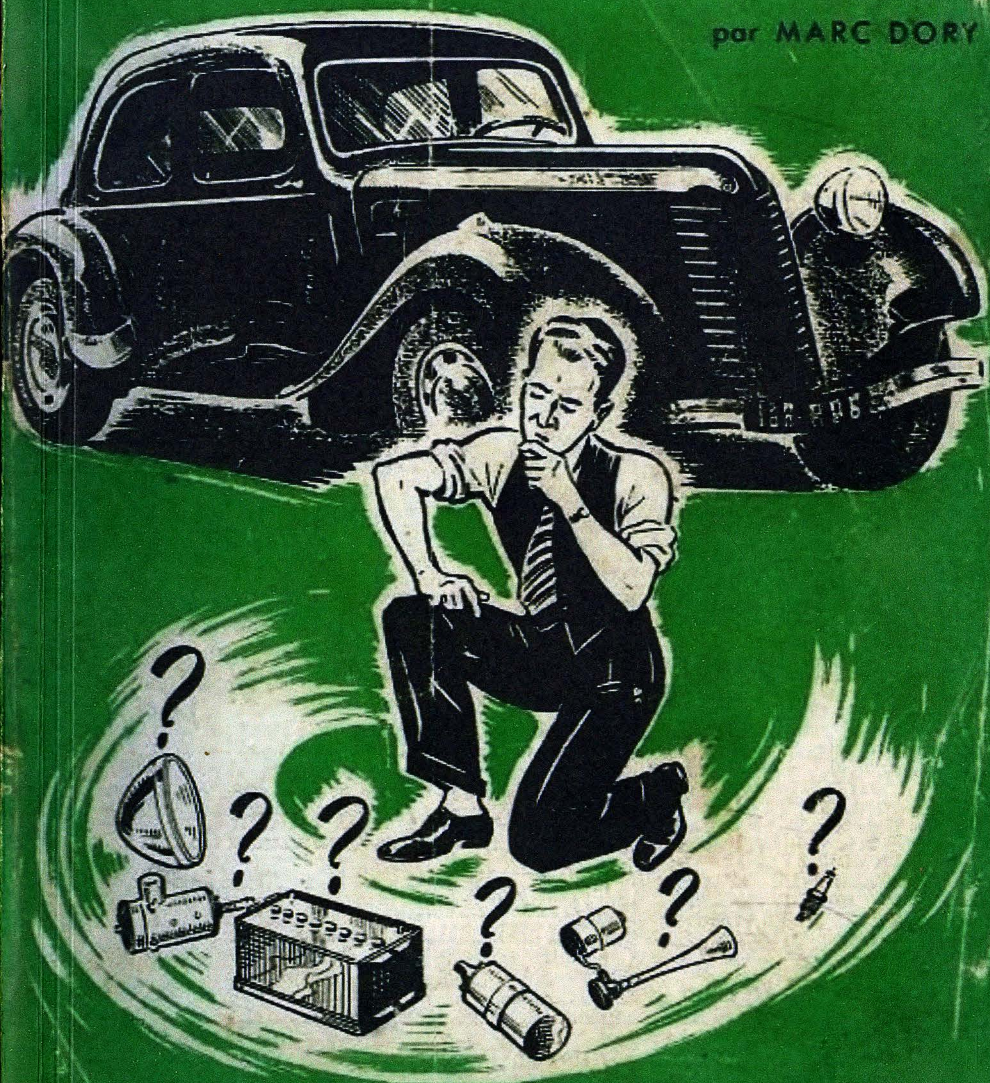
l'Electricité et l'Automobile

par MARC DORY



TOUT L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE ET RADIO-ELECTRIQUE DE L'AUTOMOBILE MODERNE

L'ÉLECTRICITÉ
ET
L'AUTOMOBILE

PAR

MARC DORY
Ingénieur

TECHNIQUE ET VULGARISATION
5, rue Sophie-Germain, Paris 14e
1948

AVANT-PROPOS

L'électricité ne représente pas dans une voiture seulement l'étincelle qui lui donne la vie, elle participe à la facilité de la conduite et au confort des voyageurs. La recherche d'arguments pour démontrer l'utilité d'un ouvrage consacré à ses applications devient donc superflue.

Nous ne prétendons pas dans ce livre intéresser les ingénieurs spécialisés dans l'équipement électrique car il s'adresse :

aux praticiens de l'automobile qui, parfaitement au courant de la partie mécanique, sont souvent moins bien documentés sur les organes électriques ;

aux jeunes gens désireux de s'orienter vers les situations lucratives de l'industrie automobile ;

enfin à tous les automobilistes voulant acquérir des notions pratiques qui leur permettront d'entretenir au mieux l'équipement électrique de leur voiture, d'exécuter quelques réparations sommaires, tout au moins de pouvoir discuter de l'opportunité de telle ou telle modification et de se rendre compte de l'importance des réparations à effectuer.

Notre travail se divise en cinq parties. La première fournit, aussi succinctement que possible, quelques généralités théoriques sur l'électricité, représentant le minimum de connaissances indispensables pour comprendre le fonctionnement des organes décrits aux deuxième et troisième parties. Ces dernières beaucoup plus développées, se rapportent, l'une aux sources de courant, l'autre aux organes récepteurs, elles abondent en conseils pratiques.

La quatrième partie traite des instruments de mesure et du dépannage. Elle se complète par des tableaux facilitant le diagnostic des pannes et indiquant les moyens d'y remédier. Cependant l'usage

de ces tableaux sans l'étude préalable des chapitres précédents ne peut donner de bons résultats. La routine ne constitue pas un moyen suffisant pour dépanner judicieusement.

La dernière partie présente un caractère assez optimiste, car elle suppose que dans un avenir prochain l'auto sera autre chose qu'un véhicule utilitaire et que nous connaitrons à nouveau la voiture de tourisme, dont le poste-radio, comme aux U. S. A. sera le complément. Cette partie pourra sembler ardue à ceux qui ignorent tout de la Radio, néanmoins, même s'ils ne comprennent pas entièrement le fonctionnement des organes, elle leur permettra de choisir en connaissance de cause un récepteur et de connaître les répercussions de cette adjonction sur l'équipement électrique.

Dans l'ensemble notre but n'a pas été d'écrire un livre traitant entièrement les problèmes de l'électricité automobile, mais de sélectionner et de faire comprendre tout ce qui nous paraissait à la fois intéressant et facilement accessible sur ce sujet.

M. D.

L'ÉLECTRICITÉ ET L'AUTOMOBILE

PREMIÈRE PARTIE

ÉLÉMENTS D'ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE PREMIER

QUELQUES DÉFINITIONS PRÉLIMINAIRES

Le courant électrique. — Quelle est la nature de ce courant électrique qui, engendré par une dynamo, se laisse accumuler dans des batteries d'accumulateurs, puis actionne démarreur, avertisseur et autres appareils ? C'est la question à laquelle nous allons répondre avant de décrire et examiner le fonctionnement des différents organes d'un équipement électrique de voiture.

Nul n'ignore que la matière, d'après les théories récentes, serait constituée de corpuscules groupées en atomes, réunis eux-mêmes en mollécules. Parmi ces corpuscules, certaines, désignées sous le nom d'électrons périphériques, ont la propriété de se déplacer. C'est du mouvement de ces électrons que résulte le courant électrique. Ce dernier peut donc être défini comme étant un déplacement d'électrons provoqué et entretenu par une dépense d'énergie, mais ce mouvement n'impressionne nos sens que par ses effets.

Conducteurs. — Cependant parmi les corps, il n'en existe que quelques-uns ayant la propriété de laisser les électrons se mouvoir librement à travers les interstices des atomes. Ce sont les *bons conducteurs*. Tous les métaux et particulièrement l'argent, puis le cuivre et l'aluminium sont de bons conducteurs. Les enroulements des bobines d'allumage et des dynamos sont en cuivre, pour les contacts des conjoncteurs-disjoncteurs on utilisait l'argent avant-guerre.

Isolants. — Un grand nombre de corps ne possèdent qu'une très petite quantité d'électrons libres. Ces corps sont des *mauvais conducteurs* ou, en d'autres termes, *des isolants.*

Les isolants sont des produits naturels ou synthétiques. Parmi les solides nous citerons : les matières céramiques, le mica, le verre, le caoutchouc, la bakélite, le papier et le bois secs ; certains liquides, comme l'huile par exemple, sont des isolants de même que tous les gaz secs. L'air sec est un isolant parfait, mais cette qualité s'atténue fortement dès qu'il devient humide. Il peut ainsi faire perdre aux isolants solides qu'il baigne une partie de leur pouvoir lorsqu'ils sont hygroscopiques comme le coton ou le papier non traités aux vernis isolants.

De ce qui précède nous pouvons déduire que pour qu'il y ait production d'un courant, il faut avoir un générateur d'énergie provoquant le déplacement d'électrons dans les conducteurs alimentant les appareils d'utilisation. Ces électrons sont canalisés par les isolants qui recouvrent les conducteurs et jouent un rôle comparable à celui des tuyaux qui, dans une canalisation d'eau, empêchent cette dernière de se répandre où elle ne doit. La question de *l'isolement* est primordiale en électricité. La longévité de toute installation ou machine électriques est en fonction directe de son isolement.

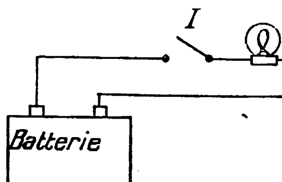


Fig. 1.

Circuit électrique. — Cependant la circulation des électrons — ou du courant si l'on préfère — ne s'effectue que lorsque le *circuit* ou chemin à parcourir *est fermé*, pour arriver à ce résultat les conducteurs ne doivent présenter aucune discontinuité. Un circuit peut pour certaines raisons être momentanément interrompu, il s'agit alors d'un *circuit ouvert.* Les dispositifs permettant de couper ou de rétablir à volonté un circuit se nomment *interrupteurs.* Une clé de contact est un interrupteur.

La *figure* 1 illustre ces premières notions d'électricité. Nous

avons représenté un circuit électrique comprenant comme générateur une batterie d'accumulateurs alimentant une lampe. Lorsque l'interrupteur I est abaissé, il ferme le circuit, le courant circule et la lampe s'allume. Elle est ensuite éteinte en levant l'interrupteur, à ce moment le circuit est ouvert. L'interrupteur représenté est *unipolaire* car il ne coupe le circuit qu'en un point ; s'il était prévu, par mesure de sécurité, pour interrompre le circuit sur les deux conducteurs partant des bornes de la batterie, il serait *bipolaire.*

Différence de potentiel et force électromotrice. — L'écoulement des électrons dans les conducteurs correspond à une différence de niveau électrique ou *différence de potentiel* (en abrégé d. d. p.) qui en pratique s'appelle plus simplement : *tension.* On conçoit facilement que les électrons circulent à travers les conducteurs à une vitesse proportionnelle à la différence de niveau. La tension représente donc la vitesse de déplacement des électrons et sans différence de potentiel il ne peut exister de courant. De même il ne peut y avoir de différence de potentiel sans courant.

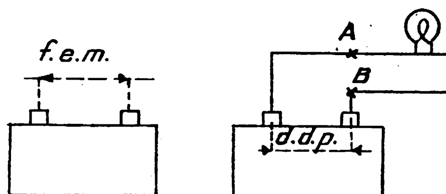


Fig. 2 *a* et 2 *b*.

Lorsqu'un circuit relié à une source de courant est ouvert, la différence de potentiel qui existait aux bornes de cette source à circuit fermé, devient une force électromotrice (en abrégé f. e. m.). Aux bornes d'une batterie non branchée (*fig.* 2 A) existe une f. e. m., lorsqu'elle fournit un courant dans un circuit (*fig.* 2 B), c'est une d. d. p. que nous mesurons. Nous verrons au chapitre consacré aux accumulateurs l'intérêt de différencier ces valeurs trop souvent confondues.

Résistance. — Si la circulation des électrons est liée à la différence de tension, la quantité d'électrons déplacés — ou

l'intensité du courant — dépend de la résistance opposée par la matière, soit par ses dimensions, soit par sa nature. Même les bons conducteurs présentent une certaine résistance et c'est elle qui, pour une tension donnée, détermine la valeur de l'intensité qui les traverse. Une grande résistance entraîne pour une certaine tension le blocage des électrons. S'ils ne sont pas bloqués ils doivent cependant pour se déplacer vaincre la résistance qui leur est opposée, ils effectuent ainsi un travail se payant par une perte d'énergie transformée en chaleur. Ceci nous donne l'explication des *effets caloriques* du courant dont nous verrons par la suite les applications pratiques dans les dégivreurs, les résistances chauffantes et les lampes d'éclairage.

Court-circuits. — Lorsque par suite d'un défaut d'isolement les deux pôles d'une source se trouvent réunis accidentellement par une liaison présentant une très faible résistance, les électrons se trouvent libérés en grande quantité et il se produit un *court-circuit*. Par exemple si les conducteurs A et B (*fig.* 2) venaient en contact il y aurait court-circuit. Nous pouvons donc définir ce dernier comme étant un chemin accidentel peu résistant, provoquant le passage du courant entre conducteurs d'un même circuit qui normalement devraient être isolés l'un de l'autre. Le court-circuit peut s'établir à travers un isolant si la qualité de celui-ci n'est pas en rapport avec la tension. Par exemple, lorsque le caoutchouc d'un conducteur utilisé pour le câblage dans l'équipement électrique des voitures se trouve attaqué et détérioré en partie, il faut craindre un court-circuit.

Dans les voitures automobiles, pour économiser les fils de câblage, un des pôles de l'alimentation se trouve généralement réuni à la masse, c'est-à-dire au châssis qui tient lieu de conducteur et nous ne trouvons qu'un seul conducteur isolé. Il suffit donc que l'isolement de ce conducteur soit défectueux et que le cuivre qui le constitue entre en contact avec le châssis ou toute autre partie métallique de la voiture pour qu'il y ait court-circuit. La *figure* 3 nous indique le principe de ce montage. D'une part nous avons une borne, le plus souvent la borne négative, réunie au châssis, et de l'autre, la borne positive reliée par un conducteur isolé à chacune des entrées des appareils d'utilisation (lampes ou autres) qui par ailleurs sont, pour fermer le circuit, réunis électriquement eux aussi au châssis (pratiquement pour l'éclairage, la masse est prise dans le support des phares).

Cette disposition explique les chocs provoqués par le passage du courant lorsque, par inadvertance, on touche un conducteur du circuit haute-tension tout en ayant le corps appuyé sur la voiture.

Les court-circuits même peu violents sont toujours dangereux du fait de l'échauffement qu'ils provoquent, celui-ci en effet entraîne la carbonisation des matières combustibles voisines et risque d'allumer un incendie. Ce danger est encore plus à redouter dans les voitures, en raison du voisinage de l'essence et de ses vapeurs.

Il convient donc d'éviter les court-circuits par l'emploi d'isolants présentant une grande *rigidité diélectrique*, c'est-à-dire

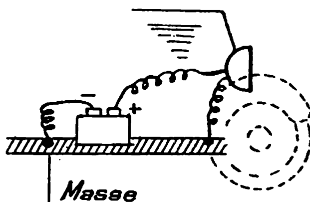


FIG. 3.

supportant des tensions élevées sans risque de claquage. D'autre part, il faut limiter leurs effets au moyen de dispositifs capables d'interrompre rapidement le passage du courant au moment où celui-ci atteint une valeur trop élevée, ce dont nous parlerons au chapitre sur les appareils de sécurité.

Nous voyons par là que les propriétés des courants électriques sont pour nous une source d'agréments ou d'inconvénients suivant l'usage que nous faisons de l'énergie, puisque les effets caloriques qui rendent de si grands services pour le chauffage et l'éclairage peuvent devenir des agents de destruction dans les circuits électriques lorsqu'ils ne sont pas limités.

Echauffement. — Les court-circuits ne sont pas la seule cause d'un échauffement intempestif, les *surcharges* provoquées par l'alimentation d'un nombre trop important d'appareils d'utilisation et les *surtensions* résultant d'une augmentation de la tension, sont susceptibles d'engendrer dans les machines des élévations de température néfastes pour leur durée. Par exemple,

on grille inévitablement un démarreur prévu pour être alimenté par une batterie 6 volts lorsqu'on lui applique 12 volts.

Comme conséquence de l'échauffement provoqué par les courants électriques nous citerons aussi la nécessité qu'il y a d'adopter pour les canalisations des conducteurs en rapport avec l'intensité qui les traverse.

Il convient de noter aussi que les mauvais contacts entre deux conducteurs raccordés créent une résistance au passage des électrons et provoquent également des échauffements dangereux auxquels il convient de prendre garde.

Champ électrique. — Nous avons vu que le courant électrique correspondait à un déplacement d'électrons. Cependant ces électrons ont chacun une certaine *charge électrique*, qui, même s'ils sont au repos, crée autour d'eux un champ électrique ou en d'autres termes une zône soumise à un certain état électrique.

Lorsque dans un corps les électrons sont en surnombre, celui-ci se trouve *chargé négativement*; si au contraire, il y a insuffisance d'électrons, *la charge est positive.* Est-il besoin de rappeler ce que tout écolier connaît : *Deux charges d'électricité de même signe se repoussent et deux charges de noms contraires s'attirent.*

Electriser un corps consiste donc à localiser des électrons dans ce corps et à lui donner une charge électrique proportionnelle au déséquilibre des électrons.

La première méthode d'électrisation connue par les hommes fut l'*électrisation par frottement.* Un bâton de résine qui, frotté avec un chiffon de drap, attire les corps légers, représente un rudimentaire générateur d'électricité par frottement.

Une seconde méthode consiste à simplement approcher d'un corps électrisé, un autre corps conducteur isolé; une charge négative prend naissance dans la partie de ce dernier la plus proche du corps électrisé et dans la partie opposée une charge positive qui peut être écoulée à la terre. Ce corps est dit *électrisé par influence.* Ce phénomène est dû aux lignes de force du champ électrique qui partent de tout corps électrisé.

Champ magnétique. — Le champ électrique se manifeste partout où se trouvent des électrons. Le champ magnétique est bien différent car il résulte du déplacement des électrons et ses effets, dans l'espace où il s'exerce, dont nous parlerons plus loin, se constatent au passage du courant.

CHAPITRE II

PRINCIPALES GRANDEURS ET UNITÉS ÉLECTRIQUES

Loi d'Ohm. — Des définitions fournies au chapitre précédant pour la tension, l'intensité et la résistance nous pouvons déduire que les valeurs de ces grandeurs électriques sont intimement liées.

Voici un siècle que le physicien Ohm formula une loi qui porte son nom, ayant trait aux relations des trois principales grandeurs électriques. Cette loi est la suivante :

L'intensité d'un courant est directement proportionnelle à la tension appliquée aux extrémités d'un circuit et inversement proportionnelle à la résistance de ce dernier.

Cette loi s'applique aux corps homogènes qui ne subissent aucune variation de température et de champ magnétique. Elle s'exprime par quelques formules très simples qu'il importe de connaître pour résoudre de nombreux problèmes de la pratique courante.

Si nous appelons :

I : l'intensité ;
V : la tension ;
R : la résistance ;

nous pouvons poser :

$$I = \frac{V}{R}$$

ou

$$V = I \times R$$

ou encore

$$R = \frac{V}{I}$$

Nous voyons qu'il nous suffit de connaître deux grandeurs pour déterminer la troisième. Cependant avant d'examiner les applications pratiques de la loi d'Ohm, nous indiquerons tout d'abord quelles sont les unités servant à mesurer les grandeurs ayant trait à cette loi.

Intensité. — L'unité pratique d'intensité est *l'Ampère* (A) qui exprime la quantité d'électricité traversant un conducteur. Son sous-multiple usuel est le *milliampère* (mA).

$$1\ A = 1\ 000\ mA.$$

L'intensité se mesure avec un *ampèremètre*, branché comme l'indique la *figure* 4, sur le trajet des électrons (branchement dit « *en série* »). On mesurera par exemple un courant de l'ordre de 300 ampères pour un démarreur alimenté par une batterie 6 volts et seulement 2 ampères sur le conducteur allant au primaire de la bobine d'allumage.

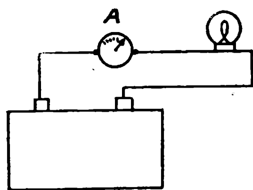


FIG. 4.

Résistance. — La résistance de la matière au passage du courant s'exprime en *ohms* (O). Un conducteur présente une résistance d'un ohm, lorsque pour une tension de 1 volt appliquée à ses extrémités il laisse passer un ampère. Dans les valeurs de résistance qui nous occupent nous n'aurons, en dehors de l'ohm, l'emploi que de son multiple le *mégohm* (MO).

Les instruments de mesure indiquant directement la valeur de la résistance sont des *ohmmètres*. Ils nous permettent de constater qu'un kilomètre de fil de cuivre 50/10, à 20°C, a une résistance de 88 ohms et que la résistance de la couche de caoutchouc recouvrant un conducteur est de l'ordre de 2 mégohms.

Tension. — Le *volt* V est l'unité utilisée pour évaluer la différence de potentiel et la force électromotrice. Ses multiples et sous-multiples ne sont pas usités en électricité automobile. Les mesures de tension se font avec un *voltmètre* branché entre les deux pôles de la source, branchement dit en *parallèle* ou en *dérivation*, représenté par la *figure* 5.

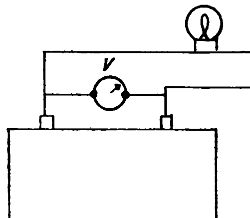


FIG. 5.

Nous pouvons maintenant aborder un exemple concret. Supposons que nous ayons branché sur une batterie 6 volts une lampe absorbant un courant de 4 ampères. Nous en déduirons que la résistance du filament est de :

$$\frac{6}{4} = 1{,}5 \text{ ohm.}$$

Si au contraire nous connaissons la résistance 1,5 ohm de la lampe et voulons déterminer le courant qu'elle absorbe nous poserons :

$$I = \frac{6}{1{,}5} = 4 \text{ ampères.}$$

Calcul de la résistance. — La résistance est une grandeur facile à déterminer par le calcul. Pour cela il convient de connaître la résistivité ou résistance spécifique dépendant de la nature du corps et des dimensions de ce dernier (section et longueur). Il est aisé de concevoir que les électrons ont plus de difficulté à se mouvoir dans un conducteur de grande longueur et de faible section puisque la résistance est proportionnelle à la longueur et inversement proportionnelle à la section. Ce qui s'exprime par la relation :

$$R = \frac{pl}{s}$$

R : résistance en ohms ;

p : résistivité en ohms-centimètre ;

l : longueur en centimètres ;

s : section en centimètres carrés.

Un autre facteur est à considérer pour déterminer la résistance des conducteurs : leur température. La résistivité de la plupart des métaux augmente avec celle-ci. Cependant le manganèse et certains alliages ne varient pratiquement pas de résistance avec l'élévation de température. Cette variation est négative pour le constantan. Elle s'exprime par une valeur moyenne appelée *coefficient de température.*

Le tableau ci-après (*fig.* 6) fournit pour différents métaux la valeur de la résistivité et du coefficient de température.

Métal ou alliage	Résistivité	Coefficient de température $\alpha \times 10^3$
Argent	0,015	3,6
Cuivre	0.016	4
Or	0,022	3,6
Aluminium	0,028	3,7
Wolfram	0,056	4,6
Zinc	0 059	3 9
Etain............	0,13	4,5
Plomb	0,20	3,7
Acier	0,23	5,2
Nickeline	0,40	0,3
Manganin	0,43	0,02
Constantan.......	0,50	— 0,03
Mercure	0,95	0,87

Fig. 6.

Si nous appelons R_0 la résistance à 0°, R la résistance à t degrés nous avons la relation suivante :

$$R = R_0 (1 + \alpha t)$$

Nous en déduisons que par exemple la résistance du secondaire d'une bobine d'allumage de 2 000 ohms à 15° C, aurait à 40° C une résistance de :

$$2\,000 \times (1 + 0{,}004 \times 25) = 2\,200 \text{ ohms,}$$

ce qui peut expliquer quelques caprices des dispositifs d'allumage avec les variations de température.

Groupement des résistances. — Les résistances peuvent se grouper en série (*fig.* 7) ou en parallèle (*fig.* 8). Sur ces figures les résistances sont représentées suivant le symbole usité en électricité.



FIG. 7.

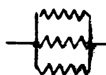


FIG. 8.

Les résistances en série s'ajoutent et ainsi freinent le passage des électrons.

$$R \text{ total} = R_1 + R_2,$$

Ceci nous explique pourquoi il est possible de brancher deux lampes identiques 6 volts en série sur une batterie 12 volts et de les voir s'allumer normalement.

En effet supposons que la résistance d'une lampe 6 volts soit de 2 ohms, le courant qui la traverserait normalement serait de :

$$\frac{6}{2} = 3 \text{ ampères.}$$

Lorsque les deux lampes seront en série elles auront une résistance résultante de :

$$2 + 2 = 4 \text{ ohms,}$$

et le courant qui les traversera, restera de :

$$\frac{12}{4} = 3 \text{ ampères}$$

Dans le cas de deux résistances en parallèle, les électrons ont à parcourir un chemin supplémentaire pour se déplacer et la résultante est toujours moindre que la plus faible de ces résistances Elle est égale à :

$$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Par exemple les deux lampes en parallèle représentées (*fig.* 9), si elles sont respectivement de 2 et 4 ohms auront une résistance totale de :

$$\frac{2 \times 4}{2 + 4} = 1{,}34 \text{ ohm.}$$

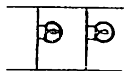


FIG. 9.

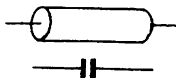


FIG. 10.

Capacité. — Les quelques notions sur le champ électrique et l'électrisation par influence, acquises au chapitre précédent vont nous aider à comprendre comment se fait l'accumulation des électrons dans les condensateurs et à quoi correspond cette autre grandeur électrique : la capacité.

Les condensateurs, dont la *figure* 10 représente un échantillon avec le symbole qui sur les schémas caractérise ces organes, ont pour objet d'emmagasiner une quantité d'électricité grâce à l'accumulation d'électrons provoquée par l'application d'une source d'énergie électrique à deux surfaces métalliques, dites *armatures*, séparées par un *diélectrique*, c'est-à-dire par une faible épaisseur d'isolant. Les électrons négatifs d'une des armatures, attirés par l'autre armature chargée positivement, ne peuvent traverser le diélectrique et se condensent sur les faces en présence. Il va de soi que la condensation des électrons représentant la capacité du condensateur est d'autant plus élevée que les armatures sont plus grandes et que, plus voisines l'une de l'autre, elles exercent une attraction plus importante.

Néanmoins l'épaisseur du diélectrique, n'entre pas seule en ligne de compte, la nature de l'isolant influe également sur l'accumulation possible des électrons. Cette propriété de l'isolant qui peut être comparée à l'élasticité d'une membrane, se nomme *pouvoir inducteur spécifique* ou *constante diélectrique.*

L'air ayant été pris pour base, les constantes diélectriques moyennes des isolants usuels entrant dans la fabrication des condensateurs ont pour valeur :

Paraffine	:	2,1
Papier	:	2,2
Quartz	:	4,5
Mica	:	8

L'unité pratique de capacité est le *Farad* avec comme sous-multiple d'un usage courant : le *microfarad*, millionième partie du premier. Les condensateurs utilisés dans les circuits d'allumage présentent des capacités de l'ordre de 0,2 microfarad.

Puissance. — On conçoit aisément que la puissance électrique soit à la fois proportionnelle à la vitesse et au nombre des électrons déplacés, c'est-à-dire à la différence de potentiel et à l'intensité du courant. Nous pouvons écrire :

$$P = V \times I$$

P : Puissance en watts ;
V : Tension en volts ;
I : Intensité en ampères.

La puissance d'une lampe 12 volts absorbant 3 ampères est de :

$$12 \times 3 = 36 \text{ watts.}$$

Le *watt* représente l'unité pratique de puissance, ses multiples d'usage courant sont l'hectowatt, cent fois plus grand et le kilowatt mille fois plus grand. Il convient de noter que 736 watts équivalent à 1 cheval-vapeur.

Unités de totalisation. — En électricité automobile il est souvent question *d'ampères-heure*. Cette grandeur ne doit pas être confondue avec l'ampère, dont nous avons donné plus haut la définition. De même qu'il ne faut pas confondre kilowatt-heure ou hectowatt-heure avec kilowatt ou hectowatt.

L'ampère-heure (Ah) théoriquement représente la charge électrique qui, passant dans une solution de nitrate d'argent, dépose 4 g 025 d'argent.

Lorsqu'à une batterie d'accumulateurs on fournit en valeur instantanée un courant de 1 ampère et que ce débit soit maintenu durant une heure, la charge qui lui est transmise est de 1 ampère-heure.

La mention 90 ampères-heure portée sur les caractéristiques d'une batterie signifie que, convenablement chargée, elle peut fournir :

1 ampère pendant 90 heures
ou 10 ampères pendant 9 heures
ou toute autre combinaison dont le produit des ampères par les heures serait égal à 90.

Quant à l'hectowatt-heure (h W h), grandeur utilisée par les Compagnies d'électricite pour la tarification de l'énergie consommée, elle représente non seulement l'énergie consommée, mais également produite durant une heure par un appareil consommant ou produisant une puissance d'un hectowatt. Il correspond à une certaine énergie calorique dont la quantité représente 86 *grandes calories* (la calorie est l'unité de quantité de chaleur).

Un radiateur d'une puissance de 500 watts aura en une demi-heure absorbé 250 watts-heure et dégagé :

$$2{,}50 \times 86 = 215 \text{ grandes calories.}$$

Il existe d'autres grandeurs électriques, mais leur connaissance n'étant pas nécessaire en électricité automobile nous n'en parlerons pas.

CHAPITRE III

FORMES ET EFFETS DU COURANT

Formes du courant.

Nous avons vu que le courant résultait d'un déplacement d'électrons. Ce mouvement peut s'effectuer uniformément dans une seule direction ou alternativement dans différentes directions. C'est pourquoi le courant est continu ou alternatif, et caractérisé soit par un trait, soit par une sinusoïde (*fig.* 11).

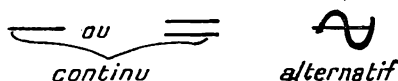


Fig. 11.

Courant continu. — Dans les distributions d'énergie en courant continu les électrons circulent donc tous dans une même direction et le courant se caractérise par le sens de déplacement des électrons. Ce sens est rendu tangible par le fait qu'un conducteur parcouru par un courant continu, possède la propriété de faire dévier une aiguille aimantée dans un sens et que ce sens change si les pôles du courant sont inversés.

Les deux pôles d'un courant continu sont : le pôle positif (+) caractérisé sur les organes électriques par la couleur rouge et le pôle négatif (—) indiqué par la couleur noire. Pendant longtemps les électriciens crurent que le courant circulait du pôle positif au pôle négatif. Depuis que les connaissances sur la matière se sont développées et que le courant a trouvé sa définition dans

la théorie électronique, on s'est aperçu que le sens admis était l'inverse de la réalité.

En effet ainsi que nous l'avons expliqué les électrons sont négatifs et lorsqu'ils se trouvent en excès dans les conducteurs, ils s'écoulent vers les atomes à charge positive donc se déplacent du pôle négatif vers le pôle positif, c'est-à-dire à l'opposé du sens conventionnel.

Courant alternatif. — Dans les distributions en courant alternatif, le courant provient d'une source dont les polarités s'inversent continuellement. De ce fait, les électrons se meuvent autour d'un axe en oscillant toujours à la même cadence et avec la même amplitude. Leur mouvement se reproduit dans des circonstances identiques durant des intervalles de temps égaux.

Le courant fourni par les batteries est continu, en l'interrompant un grand nombre de fois par seconde (au moyen d'un rupteur par exemple) il devient alternatif. Le courant des distributions d'électricité est généralement alternatif à une fréquence de 50 périodes par seconde. Le courant développé dans les antennes des récepteurs de radio est également un courant alternatif mais à très haute fréquence.

La production du courant alternatif a été la cause du grand développement de l'industrie électrique, car le transport de l'énergie sous cette forme se réalise plus aisément et la transformation de l'énergie mécanique se fait aussi avec beaucoup plus de facilité qu'en courant continu. Cependant si le courant alternatif produit les mêmes effets caloriques que le courant continu, ses propriétés chimiques et magnétiques diffèrent. Pour certains usages, la charge des batteries d'accumulateurs par exemple, le courant continu est nécessaire, tout comme pour d'autres, le courant alternatif est indispensable. Il a donc fallu envisager la transformation du courant alternatif en courant de même sens, ce qui a conduit à une troisième forme de courant : *le courant redressé.*

Courant redressé. — Le redressement du courant est obtenu de différents dispositifs qui bloquent le courant dans un sens et le laissent passer dans un autre. D'un courant alternatif ayant la forme de la *figure* 12 *a* il résulte, si les alternances négatives sont bloquées, un courant redressé ayant la forme de la *figure* 12 *b*. Des montages perfectionnés, que nous analyserons dans le chapitre consacré à la charge des batteries, permettent d'obtenir

un courant redressé de la forme de la *figure* 12 *c*, les deux alternances sont redressées et le courant se rapproche mieux ainsi de la forme continue.

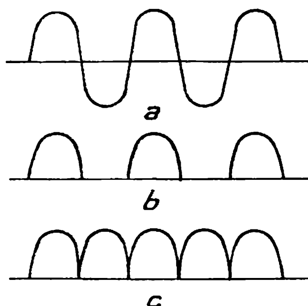


FIG. 12.

Effets du courant.

Nous avons vu que le passage du courant provoquait l'échauffement des conducteurs. Les phénomènes calorifiques et lumineux qui en découlent ne sont pas les seuls effets résultant du passage du courant. Il existe aussi des effets magnétiques et chimiques.

Effets chimiques du courant. — Le courant électrique possède la propriété de décomposer l'eau acidulée et les dissolutions de sels métalliques qu'il traverse. Cette propriété, base de l'électrochimie, permet la production industrielle de divers produits chimiques, le raffinage de certains métaux et le recouvrement des objets métalliques par un autre métal.

Si l'industrie automobile a souvent recours à l'électro-chimie, l'usager et le garagiste n'en trouvent pas d'applications dans la pratique courante. Par contre, ils ne peuvent ignorer que l'énergie chimique possède la propriété de se transformer en énergie électrique. En effet, entre deux plaques de deux substances différentes (zinc et charbon) baignant dans une solution acide, ou électrolyte, naît une force électromotrice engendrée par les réactions chimiques se produisant aux plaques qui constituent les électrodes positive et négative. Ce générateur d'énergie est la *pile*, et comme nous le verrons plus loin, c'est en partant de ce prin-

cipe qu'est né *l'accumulateur* ou pile secondaire, organe vital de l'équipement électrique automobile.

Effets magnétiques du courant. — L'application des effets magnétiques résultant du passage du courant, constitue la base de nombreux organes de l'équipement électrique (bobine d'allumage, démarreur, magnéto, conjoncteur-disjoncteur, dynamo). L'étude de ces effets peut sembler complexe, il est cependant indispensable de connaître dans ses grandes lignes le mécanisme du magnétisme et surtout de l'électromagnétisme pour comprendre le fonctionnement des organes cités.

Nul n'ignore la propriété des aimants d'attirer les métaux magnétiques. Cette propriété naturelle de certains minerais de fer peut être créée artificiellement en plaçant un barreau de fer dans le champ magnétique d'une bobine. Le noyau de fer représenté sur la *figure* 13 possède les mêmes propriétés qu'un aimant naturel. Sous l'influence du champ magnétique on suppose que les électrons fixes du noyau des atomes du métal, prennent une certaine orientation, qu'ils conservent plus ou moins longtemps suivant la nature du fer. Les aciers au nickel avec lesquels se font les aimants permanents gardent longtemps cette orientation alors qu'elle disparaît à peu près en même temps que le champ qui l'a engendrée dans le fer doux des électro-aimants.

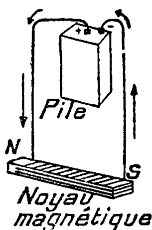


FIG. 13.

Les phénomènes électriques qui nous permettent de retrouver les propriétés des aimants constituent *l'électromagnétisme* dont nous rappelons les grandes lois.

Production du champ magnétique. — Lorsqu'un courant circule dans un conducteur il produit un champ magnétique dont la valeur est fonction de l'intensité du courant. Par ailleurs, afin de condenser le champ magnétique, il convient de donner au conducteur la forme d'une boucle ou spire. En enroulant plusieurs spires sur un cylindre, on accroît le champ. Ceci explique pourquoi la force d'un électro-aimant est proportionnelle à l'intensité du courant et au nombre de tours de la bobine.

Effets mécaniques résultant de l'action d'un champ magnétique sur un courant. — Un conducteur parcouru par un courant subit l'effet d'une force électromagnétique qui tend à le déplacer lorsqu'il se trouve dans un champ magnétique.

Nous trouvons là le principe des moteurs électriques dans lesquels une bobine traversée par un courant se met à tourner entre les pôles d'un aimant ou inducteur. Nous en reparlerons à propos des démarreurs, des essuie-glaces et des klaxons.

Courant d'induction. — Une bobine traversée par un courant alternatif crée un champ magnétique qui s'établit suivant la même loi et produit des courants induits dans une autre bobine voisine de la première et disposée de manière à être baignée par ce champ. Le courant d'induction suit les mêmes fluctuations que le courant inducteur et subsiste tant que varie

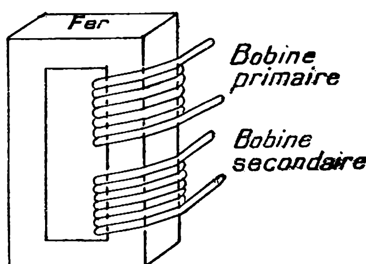


FIG. 14.

le champ magnétique. Cet effet dit de *self-induction*, augmente considérablement lorsque les bobines sont enroulées sur une barre en métal métallique ou mieux encore sur un noyau fermé comme le représente la *figure* 14.

Prenons deux bobines, complètement indépendantes au point de vue électrique, c'est-à-dire isolées l'une de l'autre, et dépendantes au point de vue magnétique du fait que nous les avons placées sur un même noyau de fer. Aux extrémités de l'une de ces bobines appliquons un courant alternatif, aux extrémités de l'autre nous aurons la possibilité de recueillir un courant de même forme que celui qui circule dans la première bobine. Cet ensemble, représenté par la *figure* 14, constitue un *transformateur.* Le premier circuit qui reçoit le courant à transformer s'appelle *primaire* et celui qui fournit le courant transformé, *secondaire.* La tension secondaire dépend de la tension primaire et du rapport des nombres de spires des deux enroulements.

De ceci nous pouvons déduire que la transformation des fac-

teurs de l'énergie n'est possible qu'avec un courant alternatif, et comprendre la nécessité du rupteur précédant les bobines d'allumage qui s'assimilent aux transformateurs, et élèvent le courant 6 ou 12 volts en courant à haute tension.

Extra-courant. — Si nous alimentons une lampe L (*fig.* 15) en série avec une bobine à noyau magnétique B, par une source de courant continu, nous constaterons qu'à la fermeture de l'interrupteur I la lampe ne donne pas immédiatement son éclat normal. Par contre à l'ouverture du circuit, la lampe avant de s'éteindre brillera d'un éclat d'autant plus vif que la coupure sera faite rapidement. Ceci est dû à l'extra-courant de rupture.

Nous avons signalé ce phénomène car cette augmentation du courant en fonction de la rapidité de coupure trouve son emploi dans les circuits d'allumage.

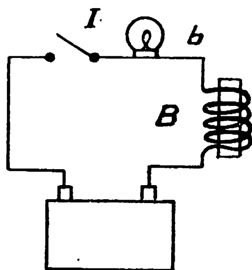


FIG. 15.

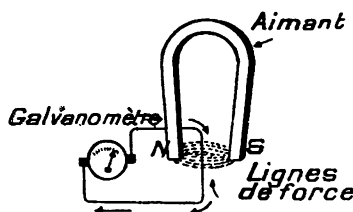


FIG. 16.

Production du courant alternatif. — Une autre loi très importante de l'électromagnétisme est la suivante : lorsqu'un conducteur formant un circuit fermé se déplace de façon à couper les lignes de force d'un champ magnétique engendré par un aimant ou un électro-aimant ainsi que l'illustre la *figure* 16, on constate que ce conducteur est parcouru par un courant provoqué par un phénomène d'induction, son intensité peut être appréciée au moyen d'un galvanomètre (appareil pour la mesure des faibles courants) placé en série dans le circuit. La direction du courant est dans le même sens que le mouvement donné au conducteur.

C'est en partant de ce principe que sont réalisés les alternateurs. Nous pouvons construire un très rudimentaire alternateur

en effectuant le montage de la *figure* 17. Il comprend un cadre ou boucle en cuivre, qui au moyen d'une manivelle (remplacant la turbine des turbo-alternateurs), peut être mis en mouvement entre les pôles d'un aimant. Le courant est recueilli par deux balais frottant sur deux anneaux constituant le *collecteur*, chaque anneau est relié à une extrémité du cadre.

En fermant le circuit sur un galvanomètre, on constate le passage du courant tant que le cadre est mis en mouvement.

Cette petite machine engendre un courant alternatif. En effet à chaque tour complet du cadre, le champ magnétique est coupé

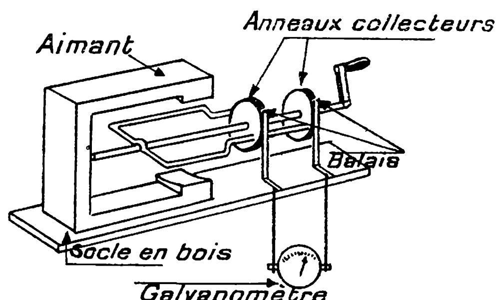


FIG. 17.

deux fois : premièrement lorsqu'il passe au voisinage du pôle Nord, deuxièmement au moment où il est à proximité du pôle Sud. Le sens du courant dépend de la direction du flux magnétique et du sens du mouvement imprimé au cadre. Il est donc évident que le courant recueilli aux extrémités du cadre est alternatif dans sa direction puisque lorsque le cadre tourne il engendre un courant dans un sens au moment où il coupe le flux magnétique vers le pôle Nord, et que par contre il provoque un courant de direction opposée à l'instant où il pénètre dans la région des lignes de force du pôle Sud.

En résumé le courant recueilli dans le circuit extérieur changera deux fois de sens durant une révolution complète et si l'on arrive à donner au cadre une vitesse assez grande, on pourra constater une différence de potentiel et une intensité lorsque le circuit sera fermé sur une résistance. Le cadre mobile forme le système *induit* et l'aimant le système *inducteur*.

Production du courant continu. — A la place des bagues utilisées pour recueillir le courant on peut relier les extrémités du cadre à une seule bague coupée en deux parties égales, isolées l'une de l'autre, et faire frotter sur chaque section de la bague deux balais diamétralement opposés. Si ceux-ci sont disposés de façon que chaque balai passe d'une moitié de bague à l'autre à l'instant où le courant s'annule, on recueillera dans le circuit extérieur un courant ayant toujours le même sens. Plus nous ferons de coupures symétriques dans notre anneau dont chaque portion sera reliée à une série de cadres régulièrement disposés en forme de tambour, plus l'ondulation du courant recueilli sera réduite et tendra vers une tension continue. C'est sur ce principe que sont réalisées les génératrices à courant continu ou *dynamos*.

DEUXIEME PARTIE

SOURCES DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

CHAPITRE PREMIER

LES ACCUMULATEURS

Principe. — Nous avons vu que les réactions chimiques constituaient une source d'énergie électrique : les piles. Les accumulateurs présentent beaucoup d'analogie avec ces dernières. Leur différence réside dans le fait que l'énergie chimique appelée à être transformée en énergie électrique, est elle-même le résultat d'une transformation d'énergie électrique pouvant être renouvelée, alors que dans les piles, il n'existe qu'une réaction chimique qui cesse lorsqu'une électrode, par suite de la décomposition de l'électrolyse, se trouve isolée.

Les accumulateurs, comme leur nom l'indique, ont donc le rôle d'accumuler de l'énergie électrique sous forme d'énergie chimique. Cette opération s'appelle *la charge.* L'énergie peut ensuite être restituée au fur et à mesure des besoins, ce qui constitue *la décharge.*

Les accumulateurs furent découverts en 1859 par un français : Gaston Planté. Le processus des réactions, d'où résulte leur fonctionnement, fait l'objet de nombreuses discussions aussi nous laisserons sous silence toutes les théories qui s'affrontent. Il nous suffit de savoir que l'action du courant de charge provoque la transformation de la couche superficielle d'anodes immergées dans un électrolyte, qui ensuite tendent à reprendre leur état initial au cours de la décharge. De ce fait dans un accumulateur

il existe une force électromotrice dirigée en sens opposé de la force électromotrice de la source, et cette force subsiste après le passage du courant.

Cependant toute l'énergie emmagasinée dans un accumulateur n'est pas restituée, les diverses transformations ne s'opérant pas sans pertes. Le rendement des accumulateurs, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie absorbée et l'énergie fournie, dépend de leur état ainsi que du régime de charge et de surcharge. Il est d'environ 80 % pour des batteries en bon état. De plus l'énergie accumulée ne se conserve pas indéfiniment, même si l'on n'en fait pas usage, la batterie se décharge lentement.

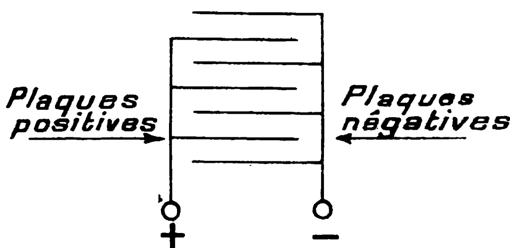


FIG. 18.

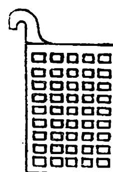


FIG. 19.

Constitution. — Les accumulateurs sont constitués d'un ensemble de plaques métalliques positives et négatives distantes de quelques millimètres et baignant entièrement dans de l'électrolyte contenu dans des bacs étanches. Entre les plaques se trouvent des séparateurs en matière isolante (bois ou caoutchouc). Les plaques positives sont enchevêtrées dans les plaques négatives ainsi que le représente la *figure* 18, où nous voyons que les plaques négatives sont supérieures d'une unité. Ces plaques sont respectivement réunies entre elles au moyen de lames inattaquables par l'électrolyte, et chaque groupe ainsi formé représente un *élément.* Chaque élément est enfermé dans un compartiment distinct, plusieurs peuvent être réunis en série, ce qui constitue une *batterie.*

Principaux types d'accumulateurs. — Suivant le couple électrochimique entrant dans leur construction, on distingue deux sortes d'accumulateurs réalisés industriellement. Ce sont :

1° Les accumulateurs alcalins, soit fer-nickel, soit cadmium-nickel.

2° Les accumulateurs au plomb.

Les *accumulateurs alcalins* sont extrêmement robustes, ils demandent peu d'entretien, peuvent être laissés sans être chargés, conservent très longtemps leur charge et supportent sans dommage, surcharges et court-circuits. Ils ont malheureusement contre eux leur volume et leur prix élevés, ainsi que la faiblesse par rapport aux accumulateurs au plomb, de la force électromotrice à leurs bornes, qui est seulement de 1,25 volt par élément. Malgré cela ils équipent actuellement certains camions ou autobus, particulièrement ceux qui comportent un moteur Diesel et commencent à se répandre aux voitures de tourisme. On utilise dans ce cas, 5 éléments pour former une batterie 6 volts, 9 pour 12 volts et 18 pour 24 volts.

Les accumulateurs alcalins sont composés de plaques de fer qui forment le pôle négatif et de plaques supportant du péroxyde de nickel qui constituent le pôle positif. La matière active est enfermée dans des pochettes grillagées en acier nickelé, ce qui évite les court-circuits qui pourraient être provoqués par des chutes de matières actives. Les plaques sont réunies en blocs indéformables ce qui exclue le risque de gondolement.

L'électrolyte est une solution de potasse caustique dans l'eau, à 20 % en poids. Il a l'avantage de ne provoquer ni sulfatation, ni corrosion, ni dégagement d'odeurs désagréables.

Les *accumulateurs au plomb* sont les plus répandus, ils ont leurs plaques formées d'une sorte de grillage en plomb durci, ayant l'aspect de la *figure* 19, qui maintient la matière active ou la litharge.

La matière active des plaques positives est généralement une pâte de minium se transformant en péroxyde de plomb au passage du courant.

La litharge supportée par les plaques négatives se transforme en plomb poreux, ce qui donne la possibilité d'emmagasiner plus de gaz et ainsi de fournir un courant plus important.

Avec ces matériaux les plaques positives sont brunes et les plaques négatives grises.

L'électrolyte des accumulateurs au plomb est une solution d'acide sulfurique *pur* dans de l'eau distillée, à 24° Baumé. Cette concentration, comme nous le verrons plus loin est variable avec la charge. Les constructeurs de batteries fournissent toujours l'indication de la densité qu'elles doivent avoir en fin de charge.

Caractéristiques électriques. — Les batteries se caractérisent par leur force électromotrice et leur capacité en ampères-heure pour des conditions définies de charge et de décharge.

La *force électromotrice* d'une batterie dépend du nombre d'éléments réunis en série. Pour un élément cette force électromotrice dépend de l'état de la charge et de la décharge. Dans les accumulateurs au plomb, durant la charge, la tension varie de 2,2 à 2,5 volts. Pendant la décharge la tension bien entendu descend à 2,2 volts, puis aux environs de 2 volts où elle se maintient durant une grande partie de la décharge. Lorsque la tension arrive en dessous de 2 volts, la baisse de tension est rapide et pour la durée des batteries il importe de ne pas pousser la décharge jusqu'à ce point et procéder à la recharge dès que la tension par élément atteint 1,8 volt.

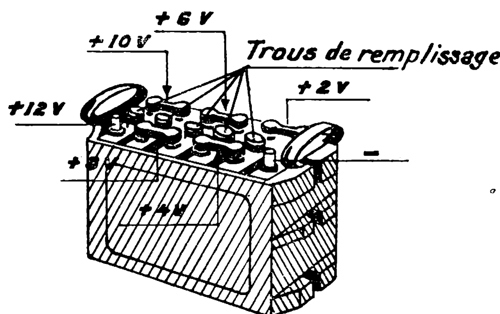


Fig. 20.

Dans les accumulateurs fer-nickel ou cadmium-nickel la force électromotrice varie peu en fonction de la charge, elle est d'environ 1,55 volt en fin de charge, pendant la décharge elle varie de 1,4 à 1,2 volt en se tenant le plus longtemps au voisinage de 1,35 à 1,25 volt.

Les batteries au plomb pour automobiles de tourisme comportent trois ou six éléments et leur force électromotrice moyenne est de 6 ou 12 volts (voir *fig.* 20).

La capacité indique la quantité d'électricité, elle correspond à l'énergie que peut fournir une batterie durant une heure. Par exemple une batterie de 60 ampères/heure pourrait fournir 60 ampères pendant une heure, ou 20 ampères pendant 3 heures ou encore 1 ampère pendant 60 heures. Ceci n'est cependant pas entièrement exact, car la capacité n'est pas constante avec

le régime de décharge. C'est pour cette raison que les fabricants indiquent la capacité de leurs batteries en fonction d'un régime de décharge. Si la batterie se trouve utilisée à un régime deux fois plus fort, sa capacité est diminuée d'environ 10 %. En revanche pour un régime deux fois plus faible, la capacité augmente de 10 %. .

Initialement, la capacité dépend de la quantité de matière active et de la surface sur laquelle elle se répartit, du processus de formation et de la concentration de la solution qui, entre 24 et 28° Baumé fournit la capacité maximum.

En fonctionnement, outre le régime de décharge, la capacité varie suivant l'état de la batterie et la température, elle augmente avec l'élévation de cette dernière.

Sulfatation. — En chargeant des accumulateurs au plomb, la régénération s'opère par réduction du sulfate de plomb résultant de la décharge. Si cette réduction n'est pas complète et que nous ayons un élément présentant un excès de sulfate de plomb, on dit qu'il est « sulfaté ». C'est là, lorsque le sulfate devient irréductible, la plus grave maladie d'un accumulateur. Elle résulte d'une décharge trop poussée ou d'une charge insuffisante.

Une batterie, comme tout organe électrique, présente une certaine résistance, celle-ci doit être aussi faible que possible; dans les batteries de marque, en parfait état, elle n'atteint pas plus de 1/1000 d'ohm par élément.

Cette résistance dépend des dimensions et de la disposition des plaques, ainsi que de la conductibilité de l'électrolyte. Elle augmente considérablement lorsque la batterie est sulfatée, le dépôt de sulfate étant mauvais conducteur. Nous verrons plus loin les suites néfastes de cet accroissement de résistance.

Régime de charge des accumulateurs au plomb. — Les batteries doivent être chargées périodiquement. La régularité des charges est indispensable, pour la conservation en bon état de fonctionnement des batteries au plomb, surtout avec les batteries actuelles construites avec du plomb de récupération. Comme nous le verrons en détail au chapitre consacré aux mesures et contrôles, pour se rendre compte de l'état de charge d'une batterie il faut, soit mesurer la tension aux bornes de l'élément, soit évaluer la densité du liquide. Une batterie au plomb doit avoir une densité de l'électrolyte de l'ordre de 1280 lorsqu'elle est complètement chargée. Cette densité s'abaisse à 1200 pour une batterie à moitié chargée et à 1100 si cette

dernière se trouve entièrement déchargée, car au fur et à mesure de la décharge l'acide pénètre dans les pores des plaques.

La charge doit se faire à un régime en rapport avec la capacité. Ce régime a une influence importante sur la durée des éléments, il ne doit provoquer ni échauffement ni bouillonnements exagérés en fin de charge qui pourraient provoquer la désagrégation des plaques. En règle générale ce régime pour les batteries au plomb ne doit pas dépasser un dixième de la capacité et doit même être inférieur en fin de charge lorsque le bouillonnement devient trop grand. Par exemple une batterie de 60 ampères/heure ne doit pas être chargée avec un courant supérieur à 6 ampères.

Afin d'accroître la durée des batteries il est bon de procéder de temps en temps à ce qu'on appelle la charge d'égalisation. Celle-ci consiste en une surcharge à régime très lent se pratiquant après une charge normale de la batterie.

Dans certains cas d'urgence la charge peut atteindre jusqu'au quart de la capacité, mais cela représente un maximum. En style traction électrique cette charge rapide porte le nom de « biberonnage ».

Les caractéristiques d'une batterie chargée sont :

Tension aux bornes (mesurée sur un circuit fermé, par exemple, avec les phares allumés) : 2,5 volts par élément.

Densité se stabilisant à 32° Baumé.

Dégagement gazeux abondant.

La coloration des plaques, en brun foncé pour les positives, et en gris pour les négatives, pourrait nous fournir un indice de la charge, mais elles ne sont pas assez visibles pour une observation précise.

Régime de décharge. — La décharge ne doit pas être poussée trop à fond. Elle devient néfaste à la durée des batteries lorsque la tension mesurée sur un circuit fermé, descend en dessous de 1,7 volt et la densité à 20° Baumé. Les plaques d'une batterie déchargée prennent des teintes claires. Lorsque l'intensité débitée atteint plusieurs centaines d'ampères, la décharge s'effectue dans de très mauvaises conditions, c'est pourquoi il convient, pour la conservation des batteries, de ne pas faire un usage abusif du démarreur avec de longues ou trop nombreuses tentatives de lancement du moteur.

Echauffement des batteries. — Une batterie ne doit pas chauffer, car une élévation sensible de température lui est toujours funeste.

L'échauffement résulte souvent d'un manque d'électrolyte dans le bac, suite d'une négligence ou d'une évaporation rapide. Dans ces conditions la partie des plaques non soumise à l'action de l'électrolyte ne joue plus aucun rôle et seule la partie inférieure assure le travail. Les plaques se trouvent ainsi surchargées, s'échauffent, se gondolent et risquent de détériorer les isolants entre plaques.

Les batteries laissées trop longtemps déchargées offrent également une plus grande résistance au passage du courant et s'échauffent anormalement lorsqu'on les charge.

Enfin des charges trop prolongées, ou à des intensités trop élevées entraînent une élévation de température. C'est pourquoi on recommande d'allumer les phares lorsque la voiture est utilisée pour de longs trajets sur route et que la charge se prolonge exagérément.

Congélation. — L'électrolyte des batteries au plomb est sujette au gel puisqu'il contient une grande portion d'eau. On conçoit que sa facilité à se congeler s'accroît lorsque diminue sa teneur en acide sulfurique. Or nous avons vu que le degré de concentration s'abaissait avec la décharge, il convient donc en hiver de ne jamais laisser les batteries déchargées et de vérifier si le degré de concentration est correct. Ces précautions sont suffisantes, et il faut noter que l'addition de produits anti-gel comme l'alcool ou le pétrole sont néfastes aux batteries.

Le tableau ci-après nous indique le point de congélation de l'électrolyte en fonction de sa densité.

Densité	*Congélation*
—	—
1050	— 3
1075	— 4
1100	— 6
1125	— 9
1150	— 13
1175	— 18
1200	— 26
1225	— 38
1250	— 52
1275	— 68

Sur ce point les batteries alcalines présentent un avantage, car elles ne craignent pas le gel.

Branchement et mise en place des batteries. — Le branchement des batteries d'automobiles s'effectue conformément à la *figure* 21. Une borne, généralement la borne négative, sauf dans la majorité des voitures américaines (Matford, Ford, etc.) est réunie par un câble de grosse section 50 à 80 mm², à une boîte de jonction d'où partent la ligne principale et la ligne aboutissant au démarreur. Toutes ces lignes doivent être parfaitement isolées pour éviter les pertes d'énergie qui déchargeraient inutilement la batterie.

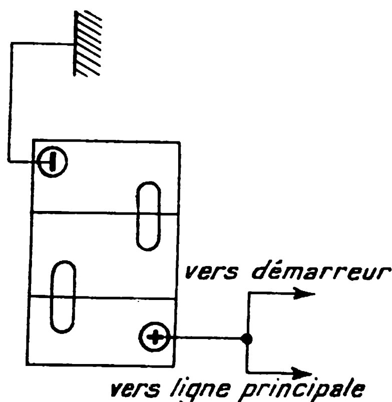


FIG. 21.

Les batteries demandent à être fixées solidement afin qu'elles ne se déplacent sous l'effet des trépidations et à reposer sur des surfaces planes afin de réduire les risques de fêlures de leur bac.

L'emplacement réservé par les constructeurs se trouve neuf fois sur dix dans un endroit malheureusement peu accessible, aussi lors du premier remplacement d'une batterie il est souvent intéressant de faire si possible, modifier le coffre ou de changer l'emplacement. Cette modification permettrait soit de mettre une batterie de capacité plus élevée, soit de remplacer une batterie 12 volts par deux batteries 6 volts, ce qui améliorerait la

qualité et l'isolement. Par exemple dans la Simca 5 il est possible de remplacer la batterie d'origine (35 ampères /heure par deux batteries 6 volts, 45 ampères /heure, mais il faut refaire le panier de l'emplacement d'origine et prévoir un deuxième emplacement de l'autre côté.

L'étanchéité des bacs est une condition importante, car il suffit d'une petite quantité d'acide pour que le bois ou les parties métalliques supportant les batteries soient rongées.

Les bornes doivent être fortement serrées et enduites de vaseline jaune les préservant à la fois de l'humidité qui les oxyde, et des projections d'acide donnant naissance à différents sels qui rongent le métal.

On ne peut cependant pas éviter les remontées d'acide aux bornes de connexion, elles sont fatales et arrivent quelles que soient les précautions prises. La meilleure — efficace en partie — consiste à prévoir sous la cosse, enfilée sur la tige de plomb, une épaisse rondelle de feutre trempée dans une solution basique glycérinée, rondelle qu'il convient de changer de temps à autre.

Bien entendu les cosses doivent être nettoyées dès qu'elles sont oxydées ou pleines de sels. A force de nettoyer et de gratter, si on n'a pas eu le soin de changer boulon et écrou à temps, les cosses s'amenuisent et finissent par casser. Pour se prémunir contre un accident de ce genre il est bon de posséder dans le coffre des cosses « dites automatiques ». En général ces cosses ne conviennent pas pour un service permanent car la partie en contact avec le câble s'oxyde et fait résistance, mais au point de vue dépannage elles rendent de grands services.

La liaison de la batterie avec la masse se fait sur ou *sous* le châssis. Dans ce dernier cas, avec la boue et l'eau, le contact devient mauvais peu à peu, il importe donc de surveiller particulièrement cette liaison, car elle peut devenir la cause d'une panne assez difficile à déceler dont on tend à incriminer la batterie.

Entretien des batteries au plomb. — En plus des charges régulières et des conditions de décharge dont nous avons indiqué la nécessité, les batteries exigent différents soins pour pouvoir conserver leur charge. (Une batterie inutilisée devrait pouvoir rester un mois sans être rechargée.)

La vérification la plus importante se rapporte à la hauteur de l'électrolyte dans les bacs. Il convient de remplir chaque

élément jusqu'à ce que le liquide dépasse les plaques de 0,5 à 1 cm, la charge ne peut en effet être conservée que si l'électrolyte se trouve en quantité suffisante et de qualité convenable. Elle doit être faite tous les 15 jours en hiver et tous les 8 jours en été, car les dégagements gazeux, l'évaporation et les projections de liquide, font baisser rapidement le niveau de l'électrolyte.

Lorsqu'il s'agit d'une diminution normale de la hauteur de l'électrolyte, il convient d'ajouter seulement de l'eau distillée. Le remplissage s'effectue en utilisant un entonnoir en verre, par les trous prévus à cet effet (voir *fig.* 20). Cette opération doit être faite en prenant bien garde de ne pas renverser de l'eau sur la batterie, ni de trop la remplir. En effet, comme nous l'avons vu, les projections d'acide provoquent la corrosion des autres pièces et risquent aussi d'engendrer des court-circuits entre éléments, l'électrolyte étant conducteur.

Si la quantité d'électrolyte avait diminué à la suite d'une fissure dans un bac, après réparation de celui-ci à l'aide de bitume de Judée, l'addition d'eau seule conduirait à une concentration d'acide trop faible. Cependant il ne faudrait pas ajouter de l'acide sulfurique pur, mais une solution à 30 ou 40° Baumé, suivant la quantité de liquide manquant et la densité de l'électrolyte restant.

Comme autres prescriptions d'entretien nous signalerons :

un lavage semestriel à grande eau ;

un serrage des câbles sur les bornes et un nettoyage suivi d'un graissage mensuel de ces dernières ainsi que des autres parties métalliques voisines. Nettoyer également le dessus de la batterie, et la saupoudrer légèrement de carbonate de soude pour neutraliser les acides.

Préparation de l'électrolyte. — Lorsque le remplacement de l'électrolyte devient nécessaire, il est préférable d'avoir recours à une solution convenablement dosée par un fabricant d'accumulateurs. A défaut on peut effectuer la préparation en mélangeant dans un récipient en grès ou en verre 1 volume d'acide à 4 volumes 1/3 d'eau (n'utiliser que de l'eau distillée ou de l'eau de pluie conservées dans des récipients également en grès ou en verre) pour obtenir une solution à 25° Baumé correspondant à un poids spécifique de 1 200.

Il importe de prendre soin de verser très lentement l'*acide dans l'eau* et de le brasser avec une tige de verre. Sans cela on provoque une projection d'eau acidulée fort dangereuse. On constate en faisant ce mélange une élévation de température dont il faut attendre la disparition pour procéder au remplissage des bacs.

La vérification de la densité ne doit également être effectuée qu'environ deux heures après avoir fait l'opération, car le mélange intime des deux substances ne se réalise pas immédiatement.

Remise en état d'une batterie sulfatée. — Lorsque la sulfatation n'atteint pas trop profondément les plaques, il est possible de la faire disparaître par le procédé électrolytique classique de charge lente et surcharge.

On commence par vider entièrement le bac de son électrolyte et on le rince à grande eau, puis on le remplit avec une solution très étendue d'acide sulfurique (10° Baumé) ce qui correspond sensiblement à 90 % d'eau et 10 % d'acide sulfurique pur. On charge ensuite la batterie très lentement en prenant soin que l'intensité du courant de charge ne dépasse pas 0,25 ampère par décimètre carré de plaques positives. Cette charge doit durer environ cinq jours pour permettre au courant de décomposer entièrement le sulfate de plomb afin que disparaisse la coloration blanchâtre des plaques et il convient de laisser reposer les batteries durant une heure, après huit heures de charge. On vide à nouveau les bacs et on les remplit avec la solution normale de 24 à 26° Baumé.

Lorsque ce procédé ne donne pas les résultats escomptés, il faut employer les grands moyens. Ils consistent à démonter la batterie, à sortir ses plaques du bac et à les frotter énergiquement dans l'eau avec une brosse très dure. Cette opération est délicate car on risque fort de casser les plaques avant d'en avoir fait disparaître entièrement le sulfate ; si elle est menée à bien, il faut ensuite remonter les plaques dans le bac, parfaitement nettoyé et séché, et fermer hermétiquement ce dernier en coulant du brai. Pour terminer, procéder comme indiqué précédemment, après remplissage avec l'électrolyte convenable, à une charge lente et une surcharge.

Conservation des accumulateurs au plomb qui ne travaillent plus. — La conservation en bon état des accumulateurs

momentanément inutilisés est assez difficile. Néanmoins en appliquant la méthode ci-après, on peut espérer récupérer dans un état convenable une batterie abandonnée durant une année. Voici comment il faut procéder :

Après avoir chargé à fond la batterie on vide l'électrolyte, on rince avec de l'eau, puis durant au moins une journée entière on remplit et vide la batterie plusieurs fois avec de l'eau que l'on laisse séjourner pendant plusieurs heures. Après ce rinçage prolongé, exécuté en prenant soin de bien essuyer la batterie afin de ne pas la décharger, on égoutte et on remplit cette fois avec de l'eau distillée.

Pour éviter une surveillance assidue du niveau d'eau on doit entreposer la batterie dans un endroit humide afin de réduire l'évaporation.

La remise en état de marche se fait simplement en vidant l'eau distillée et en remplaçant avec de l'eau à 36° Baumé de façon à obtenir en fin de charge environ 26° Baumé.

Pour une batterie qui doit être abandonnée plusieurs années, on utilise plutôt la méthode ci-après :

On décharge la batterie sur une résistance (les phares par exemple) et on la met en court-circuit pour faire tomber la tension à zéro. On vide l'électrolyte, on rince et on remplit les bacs d'eau distillée. On charge et on décharge une autre fois à fond comme indiqué en premier. L'eau est vidée à son tour, on rince, on égoute et laisse sécher à l'air, puis on bouche tous les orifices.

Cette opération est grandement facilitée, comme toutes les réfections importantes de batteries par un couvercle démontable, avec joints étanches (système Rigault).

Pour remettre en fonctionnement on fera une première charge lente avec faible concentration (5 à 10° Baumé) puis en fin de charge on ajoutera de l'éléctrolyte fortement concentré de façon à obtenir une densité de 26 à 28° Baumé.

Régimes de charge et de décharge des batteries alcalines. — Les batteries alcalines admettent les régimes de charge les plus divers et s'accommodent de régimes de charge élevés et à courant constant. Elles supportent normalement sans inconvé-

nient, un régime de charge égal au 2/10e de la capacité, tout comme elles peuvent se contenter d'un régime à intensité très faible.

Les décharges rapides ne risquent pas de les détériorer. Comme l'indique le tableau ci-après relatif aux éléments cadmium-nickel SAFT, la capacité nominale ne subit pas de baisse considérable même pour les régimes élevés de décharge.

CAPACITÉ ET TENSION FINALE
en fonction du courant de décharge pour des Éléments de 100 AH

Courant de décharge	amp.	1	5	10	20	25	33	50	100
Série Normale.									
Capacité	Ah	109	105	103	100	99	98	95	80
Tension finale	volts	1.21	1.195	1.18	1.15	1.13	1.11	1.06	0.90
Série N.									
Capacité	Ah	109	105	103	100	99	98	96	90
Tension finale	volts	1.21	1.195	1.18	1.16	1.15	1.13	1.10	1.01

Entretien des accumulateurs alcalins. — Peu de soins sont nécessaires pour l'entretien des batteries alcalines. Comme pour les accumulateurs au plomb il convient de maintenir le niveau de l'électrolyte au-dessus des plaques en ajoutant périodiquement une petite quantité d'eau distillée neutre, car une trace d'acide, aussi faible soit-elle, détériore immédiatement la batterie. Si la densité de l'électrolyte n'a pas subi de grosses variations il suffit de le changer tous les deux ans.

Il est bon de procéder de temps en temps à une surcharge à régime lent. Il faut noter que durant la charge, les gaz évacués sont explosifs et qu'il serait imprudent d'approcher une flamme de la batterie.

Bien entendu la batterie doit être propre et il faut veiller que de l'eau ou de l'électrolyte ne fournissent un passage au courant entre éléments.

Tableau d'affectation des batteries de démarrage.

MARQUE ET TYPE DU CHASSIS	Tension	AH	
AMILCAR			
5, 6, 7, 8, 10 C	12	45	
ARIÈS			
9 CV et Super 10/50.	12	60	
BERNARD			
Diesel avant 1936 DA-DB	12	150	2 × 6v150
Diesel après 1936 DB-DC Diesel DD - DF - DH - DI Diesel CALW - CA 6 LW	24	150	4 × 6v150
BERLIET			
9 CV 944	12	45	
11 CV Dauphine VIRP 2	12	60	
Avant 1939			
Camion Diesel ou	24 24	120 150	suivant puissance
Camion Essence ou	12 12	75 90	suivant puissance
Depuis 1939			
gazo VDCAG	24	120	4 × 6v120
gazo GDRAG - GDMG	24	150	4 × 6v150
Diesel VDC 7 D	24	120	4 × 6v120
Diesel GDR 7 D-GDME 10	24	150	4 × 6v150
Autobus gazo PCK-BG Autobus Diesel PCK 7 D	24	150	4 × 6v150
BUGATTI			
Types 57 - 50 T - 46 - 49	12	75	
CHENARD			
9, 11, 12 CV avant 1938	12	45	
Aigle 4	12	45	
Aigle 6 - Aigle 8	12	60	
Camionnettes 1 200-1 500 - 2 000 kg	12	60	
Camionnettes CHE 1 000 kg	6	75	
Camions 3 T à 5 T et tracteurs	12	60	
Cars Chausson essence	12	90	2 × 6v90
Cars Chausson Diesel	24	150	4 × 6v150
CITROEN			
C 4 et C 6 8, 10 et 15 CV	6	90	
7 et 9 CV Traction avant 11 CV légère Traction avant	6	75	
11 CV Traction av.	6	90	
PVL 6 cylindres	6	90	Roc
Cars tous types	12	90	2 × 6v90
Camionnettes 1 200 et 1 500 kg Camionnettes PUD 1 800 kg	6	90	
Camionnettes Diesel.	12	75	2 × 6v75
Camion type 45	12	75	2 × 6v75
DELAGE			
12 CV D1 12	12	60	
14 CV D 6 - 60	12	60	2 × 6v60
16 CV D 6 - 70 et D 6 - 75	12	75	2 × 6v75
D 8 - 100 et D 8 - 120	12	90	2 × 6v90
DELAHAYE			
12 et 14 CV type 134.	12	60	
20 CV type 135	12	60	

MARQUE ET TYPE DU CHASSIS	Tension	AH	
20 CV type 148 L et 148 N	12	60	2 × 6v60
Camionnette type 140 2,5 T	12	60	
Camions et Autocars 15 et 18 CV	12	60	
22 CV	12	90	2 × 6v90
Diesel 38 CV	24	120	4 × 6v120
Camion 3,5 T type 63	12	75	2 × 6v75
DELAUNAY-BELLEVILLE			
13 CV RI 6	12	45	
Camions types CR 2-CR 3 et CR 35	12	45	
Camion type CR 40.	12	75	
FORD ET MATFORD			
6 CV	6	60	
V 8-13 et 21 CV	6	85	spéciale Ford
V 8 type 198 ou F 598 T	6	85	spéciale Ford
Camion 3,5 T	6	85	spéciale Ford
Camion type Canada	6	100	
HOTCHKISS			
11, 13 CV 4 cyl. après 32	12	60	
14, 17 CV 6 cyl. et 20 CV	12	75	
Camion 2,5 T type PL 20	12	75	
LANCIA			
7 CV Belna	6	60	
8 CV Ardennes	6	75	
LATIL			
Diesel 4,5 T et 5,2 T	12	120	2 × 6v120
Diesel 5,8 T à 12 T.	24	120	4 × 6v120
Tracteur H 4 DL 9.	12	75	2 × 6v75

MARQUE ET TYPE DU CHASSIS	Tension	AH	
LICORNE			
8 CV type 415	12	45	
10 CV type 418, 11 CV type 420	12	60	
9 CV type 316	6	75	
11 CV type 319	6	90	
9 CV type 163	6	75	
8 CV type 164 LR	12	45	
MATHIS			
6, 7, 8, 9, 11 et 17 CV	6	75	
PANHARD			
14 CV 6 CS	12	60	
16 CV et 20 CV 6 DS	12	75	
Diesel 12 CV 4 cyl.	24	75	2 × 12v75
Camion essence 5 T. Zuvic	24	90	4 × 6v90
Camion Diesel 5 T. Zuvic	24	150	4 × 6v150
PEUGEOT			
201-301 avant oct. 34	12	45	2 × 6v45
201-301 après oct. 34 et 401	12	45	
601	12	60	
202 et 202 U	12	40	
302-402 légère	12	45	2 × 6v45
402	12	60	2 × 6v60
Camion DMA 2 T.	12	60	Roc
RENAULT			
Juvaquatre	6	60	
Celtaquatre-Monaquatre	6	75	
Novaquatre-Primaquatre	6	75	
Vivaquatre	6	90	
Vivastella-Vivasport Primastella-Nervastella	6	120	

MARQUE ET TYPE DU CHASSIS	Tension	AH	
Nervasport. Camion 4 T	6	120	
Camionnette 500 kg.	6	75	
Camionnette 1 000 et 2 000 kg	6	90	
Camionnette 1 000 kg 206 E	6	90	
Camion AHS 2 T	6	90	
Camion AHN 3,5 T.	6	120	
Camion 4,5 T	12	90	2 × 6v90
Diesel 5 T	24	120	4 × 6v120
Diesel 4,5 T, 6 T à 10 T	24	150	4 × 6v150
Diesel 7,5 T 208	12	120	2 × 6v120
Car Diesel 215	24	150	4 × 6v150
ROCHET-SCHNEIDER			
Camions :			
Diesel types 375 et 355	24	150	4 × 6v150
Diesel type 425 5 T	24	150	4 × 6v150
Diesel type 445 5 T	24	150	4 × 6v150
Diesel type 455 17 CV	24	150	4 × 6v150
Gazo type 420 13 CV	24	120	4 × 6v120
Essence type 420 19 CV	12	120	2 × 6v120
ROSENGART			
5 et 6 CV	6	45	
Super 7	6	90	
9 CV Supertraction.	12	45	
SALMSON			
9 CV S 4 D	12	75	
10 CV S 4 DA à dynastar	12	75	2 × 6v75

MARQUE ET TYPE DU CHASSIS	Tension	AH	
10 CV S 4 DA à démarreur	12	60	2 × 6v60
10 CV S 4-61	12	60	
13 CV S 4 E	12	60	
SAURER			
Camions			
type CR 1 essence.	12	75	
type CRD et BOD	24	75	2 × 12v75
type 3 C essence	12	90	2 × 6v90
types CTD et 3 C Diesel	24	90	4 × 6v90
ou depuis fin 1945.	24	120	4 × 6v120
type BLD	24	120	4 × 6v120
types CXD-BUD-CUD	24	150	4 × 6v150
SIMCA-FIAT			
6 CV 508	12	45	
Simca 5	12	40	spéciale Simca
Simca 8	12	45	
TALBOT			
Tous modèles depuis 1935	12	75	
UNIC			
Touristes U 4 et U 6.	12	45	
ou	12	60	boîte Cotal
Touristes U 4 B - U 6 B / Touristes U 4 C - U 6 C	12	60	
Camionnette S 20 - G 20	12	45	
Diesels :			
avec bougies réchauffage	24	120	4 × 6v120
Diesels 5 T ZU 50	24	150	suivant
Diesels 7 T ZU 70 ou	24	120	démarreur

Tableau aimablement fourni par la Société des Accumulateurs DININ.

CHAPITRE II

LES DYNAMOS

La charge des batteries d'automobiles se trouve normalement assurée par une génératrice à courant continu ou dynamo, d'une puissance de 100 à 300 watts, de forme cylindrique, installée sous le capot de la voiture. Elle constitue la source d'énergie électrique alimentant, par l'intermédiaire des accumulateurs tous les organes de l'équipement électrique. Son rôle est donc primordial et peut se résumer ainsi : transformation de l'énergie mécanique fournie par le moteur à essence en énergie électrique. Energie qui est ensuite accumulée dans la batterie de façon qu'elle puisse être distribuée aux différents circuits, suivant leurs besoins et aussi bien en marche qu'à l'arrêt.

Cette transformation ne rencontre pas de difficultés puisque, comme nous l'avons vu page 20, un courant continu pouvait être engendré, lorsqu'une bobine constituant *l'induit,* enroulée sur une carcasse en fer doux, était entraînée de façon à tourner dans le champ créé par les *inducteurs.* La manivelle de la *figure* 17 est, dans le cas d'une dynamo de voiture, remplacée par le moteur à essence, qui par l'intermédiaire d'une courroie entraîne la machine.

Pratiquement une dynamo se compose :

1° **d'un induit.** — Constitué de tôles circulaires 3 à 5/10e d'épaisseur, empilées et maintenues fortement serrées. Dans le fer sont découpées des encoches où des bobines de fil de cuivre se logent. Ces dernières sont isolées par un carton spécial le latheroïd et remplacent le cadre de notre primitive machine *figure* 17. L'induit est donc la partie mobile où se forme le courant qui ensuite se trouve recueilli sur le *collecteur.*

Le collecteur fait suite à l'induit, il comprend un cylindre en matière isolante recouvert de lames de cuivre isolées les unes des autres généralement par des blocs de mica. A chaque lame aboutissent les extrémités des différentes bobines qui constituent l'induit.

L'induit et son collecteur sont, comme le représente la *figure* 22, montés sur un même axe, reposant par l'intermédiaire de roulements à billes sur des flasques en fonte ou en alliage léger.

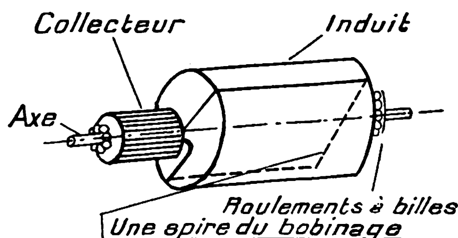


Fig. 22.

Les flasques s'adaptent à la carcasse de l'inducteur pour former une enveloppe étanche. Dans ces conditions les dynamos sont dites « blindées », ce qui est indispensable pour un équipement automobile, induits et inducteurs devant être à l'abri des projections de boue et d'huile, des poussières et de l'humidité. Cependant pour réduire l'échauffement, certaines dynamos comportent des colliers cache-balais à « ouïes » ou ont leurs flasques percées de trous concentriques pour la ventilation.

2° **d'inducteurs.** — Nous pourrions utiliser comme inducteur un aimant permanent, mais pratiquement les inducteurs sont toujours constitués d'électro-aimants, c'est-à-dire de noyaux en métal magnétique feuilleté, avec épanouissements polaires, sur lesquels sont disposés des bobinages traversés par le courant continu produit par la dynamo elle-même.

Cependant pour que la dynamo fournisse à l'origine un courant, il convient que les inducteurs soient excités sans apport de courant ; pour arriver à ce résultat il faut que le fer présente une aimantation résultant de ce qu'on appelle le *magnétisme rémanent*. Cette propriété s'obtient en réalisant les carcasses avec du fer au carbone.

Le branchement entre enroulements inducteurs et induit se fait de différentes façons, et comme les moteurs, c'est suivant leur mode de branchement que les dynamos sont classées.

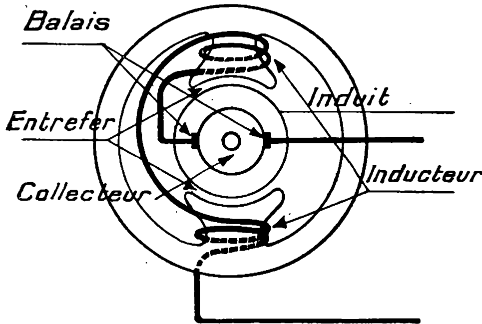


Fig. 23.

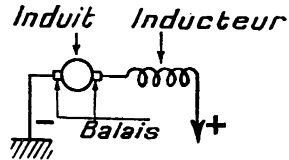


Fig. 24.

Lorsque les inducteurs sont en série avec l'induit les *dynamos sont dites à excitation série.* Ce branchement est illustré par les *figures* 23 et 24, cette dernière indiquant le symbole utilisé en électricité pour représenter ce type de dynamo.

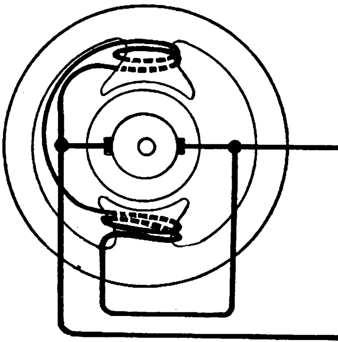


Fig. 25.

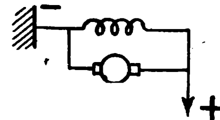


Fig. 26.

Au contraire lorsqu'enroulements inducteurs et induit sont branchés en parallèle, ou si l'on préfère en dérivation, comme l'indiquent les *figures* 25 et 26, il s'agit d'une *dynamo à excitation shunt,* type le plus répandu.

Il existe également des dynamos comportant à la fois un enroulement inducteur en série et un enroulement en parallèle, ce sont les *dynamos à excitation compound.*

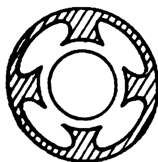


Fig. 27.

Les dynamos représentées *figures* 24 et 25 sont *bipolaires*, elles ne comportent en effet que deux pôles : un pôle Nord et un pôle Sud. Il existe des machines *multipolaires* permettant d'obtenir de plus fortes puissances sans augmentation d'encombrement. La *figure* 27 représente une dynamo *tétrapolaire* comportant deux pôles Nord, l'un en face de l'autre, et deux pôles Sud, disposés de la même manière. On trouve également des dynamos de voiture *hexapolaires*, c'est-à-dire avec huit pôles.

Les balais. — Les balais servent à recueillir le courant sur le collecteur. Ils sont placés sur une ligne perpendiculaire à l'axe des inducteurs et diamétralement opposés, ils se trouvent donc à égale distance du pôle Nord et du pôle Sud avec cependant un léger décalage pour tenir compte de la *réaction d'induit.*

Le nombre de balais d'une dynamo est ainsi proportionnel au nombre de pôles. Une dynamo bipolaire normalement comporte deux balais, et une tétrapolaire en possède quatre.

Les balais sont constitués de morceaux de charbon rectangulaires ou cylindriques. Le terme qui les qualifie peut sembler impropre, il s'explique par la forme des premiers contacts utilisés, qui, constitués d'un faisceau de fils de cuivre, pouvaient être comparés à des balais.

La forme et la matière des balais a une grosse importance pour le fonctionnement des dynamos. Leurs caractéristiques dépendent du genre de machine, elles sont soigneusement étudiées par les constructeurs et l'usager ne doit employer que des balais identiques à ceux qui ont été prévus à l'origine.

Les balais sont maintenus dans des *porte-balais* accessibles, lorsque les colliers qui obturent les ouvertures sont enlevés, aux emplacements indiqués par la *figure* 28.

Les balais doivent coulisser librement dans les porte-balais et la vis de compression du ressort que comporte le porte-balai demande à être réglée de façon qu'ils s'appuient sur le collecteur, ni trop, ni pas assez.

Lorsque les balais portent trop fortement sur le collecteur ils s'usent rapidement et risquent de détériorer le collecteur s'il

s'agit de balais durs, ou de l'encrasser si au contraire les balais sont tendres. Par contre une pression trop faible risque également d'endommager le collecteur par les étincelles résultant du mauvais contact et de plus le rendement est mauvais.

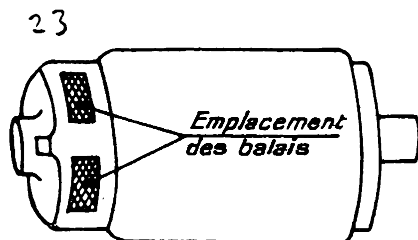


FIG. 28.

L'entrefer. — L'entrefer ou jeu laissé entre l'induit et les pièces polaires (*fig.* 29) doit être aussi réduit que possible, environ 2/10e de millimètre, il est donc indispensable que l'axe supportant l'induit soit parfaitement centré, afin que l'induit tourne absolument librement et subisse de la part de tous les inducteurs une attraction identique.

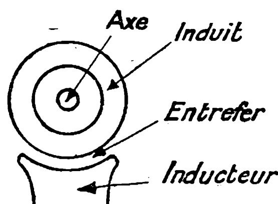


FIG. 29.

Un défaut de centrage a une grosse importance sur le fonctionnement des dynamos, il est particulièrement néfaste aux dynamos multipolaires. Il se reconnaît à un bruit intempestif et à une diminution de la vitesse normale et provient d'un axe faussé ou de paliers usés. C'est pour l'éviter que les flasques sont maintenues et soigneusement bloquées au moyen de tringles.

Force électromotrice d'une dynamo. — La tension fournie par une dynamo dépend de la force du champ magnétique des inducteurs, de la vitesse de rotation de l'induit et du nombre de conducteurs périphériques de ce dernier. De ceci nous déduisons que la tension se trouve liée à la vitesse du moteur qui l'entraîne.

Il est donc évident que la tension aux bornes d'une dynamo de voiture ne serait pas stable et varierait constamment en fonction de la vitesse de la voiture. Si la dynamo était établie pour donner la tension voulue à une vitesse moyenne, les organes se trouveraient dangereusement survoltés à un régime rapide, il existe donc une nécessité impérieuse de réguler la quantité d'énergie.

Régulation. — La régulation s'obtient en limitant un des deux facteurs de l'énergie, soit la tension, soit l'intensité. Nous trouvons donc :

1° Des régulateurs à tension constante avec vibreur ;

2° Des dynamos à intensité constante avec :

a) Un balai auxiliaire (dynamo dite à troisième balai) ;

b) Un système par enroulement anti-compound (dynamo dite compound à flux différentiel).

Régulateur de tension par vibreur. — Les systèmes de régulation de tension par vibreur modifient le courant d'excitation dans l'inducteur en sens opposé de la variation de tension.

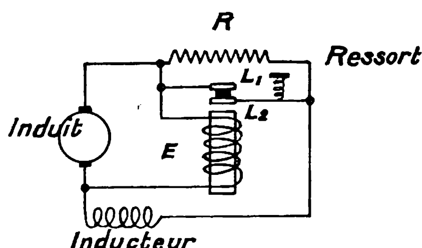


FIG. 30.

Le schéma de principe d'un régulateur à vibreur est donné par la *figure* 30. De son examen, nous constatons que ce dispositif est constitué d'un électro-aimant E, d'une résistance R pouvant être insérée dans le circuit ou mise en court-circuit par le jeu

des lames L_1 et L_2. L'une de ces lames L_1 est fixe et l'autre L_2 mobile, un ressort maintient L_2 en contact avec L_1 jusqu'à ce que l'action de l'électro-aimant E soit assez importante pour attirer son armature, c'est-à-dire L_1 et interrompre le contact entre L_1 et L_2. Dans ces conditions le circuit se ferme à travers la résistance R, qui, en série avec l'inducteur diminue l'intensité traversant ses enroulements, puisque, ainsi que nous l'avons vu au chapitre II : $I = \frac{V}{R}$.

Le courant qui parcourt l'électro-aimant diminue aussi et son attraction sur la lame L_1 étant moins forte, celle-ci se trouve rappelée par son ressort et le contact s'établit à nouveau entre L_1 et L_2, puis un autre cycle recommence. Ruptures et fermetures se succèdent à une cadence très élevée qui peut atteindre jusqu'à 300 par seconde.

Le réglage s'effectue en agissant sur le ou les ressorts qui maintiennent la palette mobile. Pour un réglage convenable on arrive à obtenir une tension pratiquement constante.

Les régulateurs à vibreur offrent l'avantage de permettre à la voiture d'assurer son service sans batterie. Par ailleurs les surtensions néfastes pour les lampes ne sont pas à redouter.

Dans ces conditions le courant de charge de la batterie est fonction de son état de décharge. Cependant par mesure de sécurité cette intensité demande à être limitée, c'est pourquoi certains régulateurs sont *compoundés*. Pour cela leur électro-aimant comporte deux enroulements, l'un en fil fin et l'autre en gros fil. Le premier est parcouru par un courant proportionnel à la tension de la dynamo et le second par le courant débité par la batterie. L'attraction de la palette se trouve donc commandée par deux courants dont l'action est conjuguée pour obtenir la stabilité dans toutes les conditions, la régulation s'opérant à la fois en fonction de la tension et de l'intensité.

L'enroulement en fil fin agit de la façon déjà indiquée. Il est évident, qu'au moment où l'action de l'enroulement en gros fil s'ajoute, une différence de potentiel beaucoup moins élevée provoque la mise en fonctionnement du vibreur. La charge se trouve ainsi limitée par l'intensité du courant de charge, ce qui évite l'échauffement de la batterie. D'autre part si la tension aux bornes de la batterie était très faible, la dynamo risquerait, si l'intensité n'était pas limitée, de fournir un courant élevé, et cet excès de puissance serait susceptible de la griller.

Les régulateurs compoundés à contacts vibrants représentent

la meilleure solution du problème de la régulation des dynamos, mais leur prix est élevé, de ce fait, les autres dispositifs de régulation que nous allons décrire se rencontrent beaucoup plus fréquemment.

Dynamos à trois balais. — Ces dynamos prévues pour obtenir un débit pratiquement constant, utilisent le phénomène dit « de réaction d'induit » ou en d'autres termes l'influence en charge de la rotation de l'induit sur le champ magnétique créé par les inducteurs. Le champ magnétique est caractérisé par ses lignes de force, celles-ci s'incurvent dès que tourne l'induit, suivant le sens de rotation ce qui provoque une diminution de tension aux balais principaux, proportionnelle au débit.

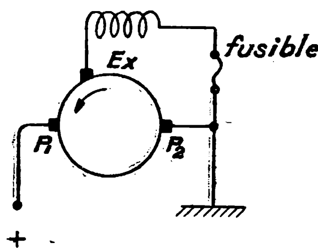


FIG. 31.

Nous avons vu que les deux balais d'une dynamo bipolaire normale, étaient diamètralement opposés et placés sur une ligne perpendiculaire à l'axe des inducteurs. Dans les dynamos à trois balais l'inducteur est relié à un seul des balais principaux P^1 et P^2, l'autre extrémité se trouve réunie à un balai auxiliaire Ex, dit d'excitation de plus petite dimension que les premiers et dont la position sur le collecteur est décalée de 100 à 140° en avant du balai d'alimentation des inducteurs, suivant les indications de la *figure* 31 pour les machines bipolaires.

Par ce procédé la réaction d'induit se trouve amplifiée et la tension aux bornes de l'inducteur diminue lorsque par suite de l'augmentation de la vitesse du moteur l'intensité croît. La baisse de la tension entraîne à son tour une diminution du champ magnétique qui tend à régulariser l'intensité débitée et même à la diminuer lorsque la vitesse augmente.

Ce dispositif de régulation est également appliqué aux dynamos tétrapolaires, elles comportent alors un cinquième balai.

Les dynamos à trois balais présentent beaucoup d'analogie avec les dynamos à excitation shunt, elles en ont à vide, les mêmes caractéristiques. En effet pour les unes comme pour les autres, lorsqu'elles fonctionnent à circuit d'utilisation ouvert, leur force électromotrice augmente, les inducteurs se trouvent survoltés et il s'ensuit la carbonisation des isolants des inducteurs. C'est pourquoi ces machines exigent un branchement continu en tampon avec la batterie. Lorsqu'accidentellement un conducteur allant à la batterie vient à se débrancher ou que le conjoncteur n'enclanche pas, la dynamo débite un fort courant, s'échauffe exagérément et grille, si elle fonctionne un certain temps dans ces conditions. Pour la même raison, une batterie dont la résistance, par suite de mauvais contacts, de manque d'électrolyte ou de sulfatation, augmente, devient une cause de surtension dangereuse à la fois pour la dynamo et pour les lampes d'éclairage.

Il importe aussi de noter que les dynamos à trois balais sont susceptibles, lorsque la voiture sert à effectuer de longs trajets, de surcharger les batteries provoquant leur échauffement et les ennuis qui en découlent.

On peut à volonté réduire ou augmenter l'intensité de charge suivant l'utilisation du véhicule en déplaçant le long du collecteur le troisième balai (à noter que ce réglage ne peut être correct que si la batterie est complètement chargée).

Cependant ce réglage offre moins de simplicité que celui d'un rhéostat, aussi nous conseillons plutôt de prévoir, comme l'indique la *figure* 32, un rhéostat, c'est-à-dire une résistance variable en série, dont le montage s'effectue sans difficulté. On peut ainsi régler très aisément et à tout moment le courant de charge de la batterie. En hiver, et pour l'utilisation de la voiture en ville, le curseur du rhéostat sera placé de façon à mettre hors circuit ce dernier. Au contraire, en été, pour les grandes randonnées, la résistance devra se trouver complètement insérée dans le circuit.

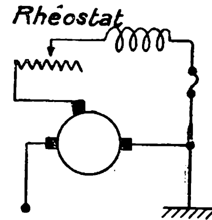


FIG. 32.

En résumé les dynamos à trois balais exigent donc une plus grande surveillance de l'état des batteries et une protection efficace des enroulements inducteurs au moyen d'un fusible en cas de coupure ou de fonctionnement défectueux du conjoncteur disjoncteur, organe que

nous examinerons par la suite. En général le fusible est calibré pour 5 ampères et enfermé dans un tube de verre placé dans une cavité de la carcasse où il se trouve maintenu par un bouchon vissé.

A propos de fusibles nous précisons que leur remplacement doit toujours se faire par un autre absolument identique au point de vue calibrage et qu'il ne s'agit pas simplement de pourvoir à son remplacement mais de chercher, pour y remédier, la cause ayant provoqué sa fusion.

Dynamos à excitation compound à flux différentiel. — Les dynamos à excitation compound à flux différentiel dont la *figure* 33 donne le schéma, comportent, outre un bobinage inducteur shunt normal A, un enroulement série à plus petit nombre de tours B, dont le rôle consiste à provoquer une action s'opposant à la production du flux inducteur, action croissant lorsque l'intensité du courant augmente, ce qui crée un effet de régulation.

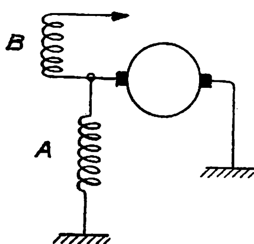


Fig. 33.

Les dimensions et les prix de ces dynamos sont assez élevés, ce qui explique pourquoi on leur préfère les dynamos à trois balais.

Branchement des dynamos. — En général les dynamos ne comportent extérieurement qu'une borne, car un des balais est réuni au bâti de la machine qui assure le contact avec la masse

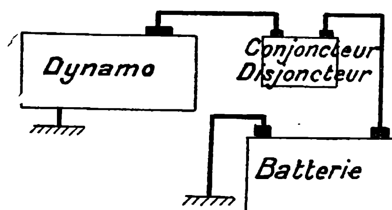


Fig. 34.

par laquelle se ferme le circuit. Cette borne sert à effectuer la liaison avec le pôle positif de la batterie par l'intermédiaire du conjoncteur-disjoncteur (voir *fig.* 34).

Entretien des dynamos. — Les parties d'une dynamo demandant le plus de soins sont le collecteur et les balais, car de leur état dépend la durée et le bon rendement de la machine. En conséquence il convient périodiquement de vérifier si en charge normale la dynamo fonctionne sans étincelles aux balais, car ces dernières ont pour causes principales, soit un collecteur malpropre ou rugueux, soit des balais mal assujettis sur le collecteur.

Il faut dans le premier cas polir le collecteur en utilisant uniquement de la toile ou du papier au carborundum assez fin. Aucun graissage n'est nécessaire. A la rigueur on termine le polissage en passant soit un chiffon imprégné de quelques gouttes d'huile bien propre, soit, très légèrement, un morceau de paraffine.

L'usure et l'encrassement du collecteur ont toujours pour cause des balais défectueux. Un collecteur dont le cuivre conserve une nuance claire, indique des balais assurant un excellent contact. Il importe donc de vérifier fréquemment l'état des balais. Pour cela il suffit de retirer le collier fermant les ouvertures par lesquelles les balais sont accessibles et vérifier si ces derniers coulissent librement. S'ils se coincent il faut les sortir et les nettoyer en se servant d'un chiffon bien propre humecté d'essence.

Il est dangereux de négliger le changement à temps des balais usés, car si les porte-balais viennent à frotter sur le collecteur ils risquent de le rayer.

Lorsqu'on remplace des balais, il faut, ainsi que nous l'avons expliqué au début de ce chapitre, que la surface frottante des nouveaux, s'adapte exactement au collecteur. C'est pourquoi, à chaque machine, conviennent des balais bien déterminés qui seuls doivent être employés, dans ces conditions ils s'assujettissent généralement sans nécessiter aucun ajustage.

Au cas où un ajustage devient obligatoire il convient de procéder de la façon suivante : on entoure le collecteur avec un papier de verre d'un grain très fin dont le côté rugueux se trouve à l'extérieur. Les balais étant placés dans les porte-balais on les appuie fortement sur le papier de verre en donnant à l'induit un mouvement de va-et-vient, ce qui use la surface frottante exactement à la forme du collecteur.

Les accidents mécaniques dans les dynamos sont moins nombreux que les dérangements d'origine électrique, il faut cependant s'en prémunir en suivant strictement les indications fournies par le constructeur au sujet du graissage.

En règle générale pour éviter le grippage, ou tout au moins une usure trop rapide des roulements à billes maintenant l'induit, il convient d'en renouveler la graisse tous les 20 000 km environ et d'huiler par les trous prévus à cet effet tous les 2 000 à 3 000 km avec un produit pas trop épais et de bonne qualité.

Certaines voitures, notamment les premières Simca 5, comportaient des dynamos où rien n'était prévu pour le graissage en dehors du montage gras des roulements qui ainsi n'assuraient pas un long service. Dans ce cas, au premier changement de roulements détériorés, il importe de faire percer deux trous au-dessus de chaque roulement pour en permettre le graissage. A noter que par la suite cette modification a été faite d'origine, d'abord sur le roulement arrière, puis sur celui d'avant.

En ce qui concerne les dispositifs de régulation, leur entretien se résume à vérifier la propreté des contacts du vibreur et des bornes où aboutissent les connexions. Il ne faut surtout pas essayer de modifier le réglage, celui-ci étant effectué au mieux par le constructeur.

***

La protection des dynamos de voiture est assurée par un conjoncteur disjoncteur, c'est pourquoi nous aborderons maintenant la description de ce dispositif de sécurité.

CHAPITRE III

LES CONJONCTEURS-DISJONCTEURS

Description des différents types. — Lorsque la tension de batterie atteint une valeur plus élevée que la tension fournie par la dynamo, du fait que cette dernière, par suite d'un ralentissement ou d'un arrêt de la voiture, ne se trouve plus normalement entraînée, si aucune précaution n'était prise, la batterie se déchargerait à travers les enroulements de la dynamo et pourrait arriver à les griller. C'est pour éviter cet ennui que l'on a prévu le conjoncteur-disjoncteur. Il doit accompagner, pour en assurer la protection, toute dynamo de voiture, quel qu'en soit le type.

Le conjoncteur-disjoncteur, comme son nom l'indique, a une double mission : il interrompt le passage du courant entre la dynamo et la batterie pour une certaine baisse de vitesse (vitesse de disjonction) et rétablit la liaison pour une autre valeur, dite vitesse de conjonction, suffisante pour que la dynamo fournisse une tension susceptible de charger la batterie. La vitesse de conjonction est supérieure dans le rapport 5 à 4 à la vitesse de disjonction.

Comme nous pouvons le voir sur la *figure* 35, le conjoncteur-disjoncteur est un genre d'interrupteur automatique utilisant pour son fonctionnement un électro-aimant à deux bobines. L'une B^1, est constitué par un enroulement en gros fil, en série sur le conducteur dynamo-batterie, l'autre B^2 en fil fin, shunte les bornes de la dynamo. Cet électro-aimant commande l'ouverture ou la fermeture des contacts platinés C.

L'attraction exercée par B^1 est fonction de la tension aux bornes de la dynamo et celle de B^2 dépend de l'intensité du courant qui la traverse. Cette attraction s'ajoute à la première lorsque le courant circule de la dynamo vers la batterie et se

retranche si le sens du courant vient à s'inverser. Lorsque la dynamo fonctionne normalement et fournit une tension suffisamment importante pour charger la batterie, l'enroulement B^2, auquel cette tension est appliquée, attire l'armature de l'électro-aimant et le contact, entre palette fixe et palette mobile, s'établit au point C. Le courant circule alors dans l'enroulement B^1 qui renforce l'effet de B^2. De cette façon le contact devient parfait et aucun risque de vibration n'est à redouter.

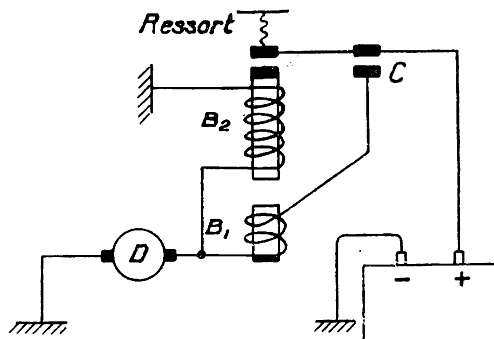


Fig. 35.

Si la vitesse d'entraînement de la dynamo diminue exagérément, la tension fournie par cette dernière s'abaisse, ce qui a comme conséquence une diminution de l'attraction de B^2. Puis le courant de la batterie tend à passer à travers B^1, mais comme ce courant est en sens inverse du courant fourni par la dynamo, son action se retranche de celle qu'exerce B^2 et le contact C s'ouvre, rendant indépendante la batterie de la dynamo.

Il est facile de se rendre compte, lorsque la voiture possède un ampèremètre de bord, à quelle vitesse se produit la conjonction et la disjonction. Le moteur en marche demande pour l'allumage un courant de l'ordre de 2 ampères, aussi, tant que la conjonction n'est pas opérée, l'ampèremètre indique une décharge de 2 ampères. A une certaine vitesse du moteur, l'aiguille de l'ampèremètre change de sens et indique que la charge s'effectue entre 2 à 4 ampères suivant le réglage de la dynamo. Ce changement indique l'enclanchement du conjoncteur.

Dans certaines voitures, le fonctionnement du conjoncteur-disjoncteur s'observe par une lampe témoin de 14 volts pour

batterie 12 volts. Cette lampe se branche, soit en parallèle sur les contacts du conjoncteur-disjoncteur (lampe L^1 de la *fig.* 36) soit en parallèle sur la batterie (lampe L^2) par l'intermédiaire d'un contact auxiliaire commandé par l'électro-aimant. Dans les deux cas la lampe s'éclaire quand il y a disjonction et s'éteint au moment de la conjonction.

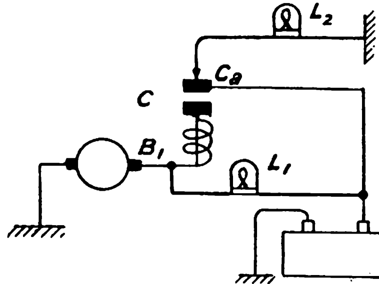


FIG. 36.

S'il s'agit d'une lampe connectée comme L^1, l'examen du schéma nous montre bien qu'elle ne peut s'éclairer qu'au moment de la disjonction. En effet lorsque le conjoncteur est enclanché, le contact C se ferme et la lampe s'éteint car elle se trouve pratiquement en court-circuit, la résistance de B^1, qui avons-nous vu, est en gros fil, n'opposant au courant qu'une très faible résistance.

Lorsque la lampe se trouve branchée comme L^2, elle ne peut être traversée par un courant que si l'électro-aimant n'exerce aucune attraction et que, par le contact auxiliaire C*a*, où au repos s'appuie la palette mobile, elle se trouve en parallèle sur la batterie. Au moment où le contact C se ferme par suite de la conjonction, la palette mobile est attirée et ouvre le circuit d'alimentation de la lampe qui s'éteint.

Ces dispositifs présentent quelques inconvénients. Tout d'abord la lampe brûle assez facilement par cause de surtension et avant d'avoir pourvu à son remplacement, on ne dispose plus de moyens de contrôle. D'autre part la lampe en parallèle sur les contacts du conjoncteur-disjoncteur comme le représente la *figure* 36 *bis* relative au système indicateur de charge des Simca 5, fournit des indications erronées dans le cas où le contact reste collé, car on constate que la lampe s'allume à l'arrêt, alors que

l'interrupteur de contact est ouvert, le circuit se fermant à travers la bobine du conjoncteur. Au contraire, dès que l'on met en charge et alors que la vitesse est encore trop faible pour charger les accumulateurs, la lampe, qui normalement devrait être allumée, s'éteint. Elle fonctionne donc à l'envers.

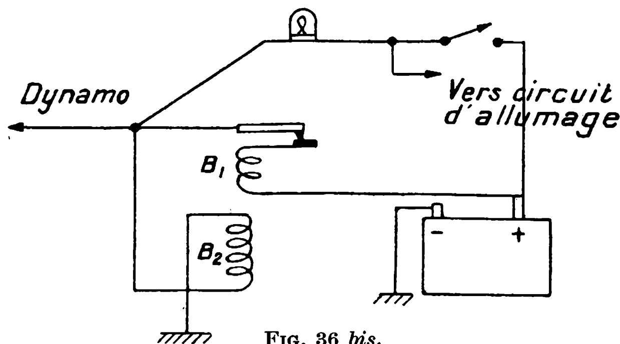


FIG. 36 *bis*.

Entretien. — L'usager n'a aucun soin à apporter au conjoncteur-disjoncteur, celui-ci est un organe délicat, généralement enfermé avec le régulateur (quand il y en a un de prévu) dans une boîte plombée ce qui les préserve des poussières et autres corps étrangers, ainsi que des réglages d'électriciens novices. Il doit seulement s'assurer que les bornes sont bien bloquées, que le contact de la borne masse est bon et qu'au contraire les canalisations réunissant le conjoncteur-disjoncteur aux bornes positives de la dynamo et de la batterie sont bien isolées de la masse.

Lorsque le conjoncteur-disjoncteur est accessible et que l'on constate que la dynamo ne charge plus la batterie lorsqu'elle est normalement entraînée, on allume les phares, puis on vérifie le conjoncteur en appuyant la lame mobile contre le contact fixe. Si durant cette opération, l'éclat des lampes augmente on peut conclure qu'il s'agit d'un mauvais état du conjoncteur.

La qualité actuelle des contacts laisse beaucoup à désirer. Ceux-ci au lieu d'être platinés ou en argent sont faits avec des métaux de remplacement, aussi ils collent facilement et il ne reste plus que la ressource de couper... avec des pinces universelles et de mettre l'organe à la ferraille.

Si la conjonction ou la disjonction se font trop tôt ou trop tard, il s'agit d'un réglage défectueux de la tension des ressorts, mais la mise au point demande à être effectuée par un spécialiste.

CHAPITRE IV

LES CHARGEURS

Lorsque la voiture assure uniquement un service de ville, l'énergie fournie par la dynamo est insuffisante pour charger complètement les accumulateurs, surtout s'ils sont usagés et ne tiennent plus parfaitement la charge.

Pour entretenir des batteries et par ailleurs avoir des départs faciles quel que soit le temps d'arrêt de la voiture il convient d'ajouter à la charge normale de la dynamo, la charge au garage fournie par une source d'énergie indépendante.

Valeurs et forme du courant de charge. — La charge d'une batterie n'est possible qu'avec un courant continu dont la tension présente une valeur supérieure à la force contre électromotrice totale en fin de charge des éléments à recharger, soit :

2,5 volts par élément pour les accumulateurs au plomb.

1,9 volt par élément pour les accumulateurs alcalins.

Une tension redressée (voir page 16) peut également convenir. Il faut noter que dans ce cas, du fait de la forme ondulée du courant, même si la tension moyenne du courant redressé est inférieure à la force contre électromotrice, la batterie se charge malgré tout, mais seulement pendant les pointes de tension, si toutefois celles-ci, qui sont égales à la tension efficace du courant alternatif multiplié par 1,41, ont une valeur supérieure à la force contre électromotrice de la batterie.

Quant au courant de charge nous avons vu qu'il ne devait pas dépasser 1/10e de la capacité pour les batteries au plomb et 2/10e pour les batteries alcalines, une valeur plus faible con-

vient parfaitement lorsqu'il y a possibilité de laisser la batterie en charge durant le temps voulu pour lui fournir la quantité d'électricité dont elle a besoin.

La quantité d'électricité qu'il convient de fournir à une batterie déchargée est égale à :

$$Q \times 1{,}4 = Ah$$

A*h* : quantité d'électricité à fournir en ampères/heure ;

Q : valeur de la quantité d'électricité précédemment déchargée ;

1,4 : facteur appelé « coefficient de charge ».

De ceci nous déduisons que le temps (*t*) de charge doit durer :

$$t \text{ en heures} = \frac{Q \times 1{,}4}{I}$$

I : intensité moyenne du courant de charge en ampères.

Par exemple si une batterie de 60 ampères/heure se trouve à moitié déchargée (d'où Q = 30) et que nous disposions d'un courant moyen de charge constant de 3 ampères, le temps nécessaire à la recharge complète de la batterie serait de :

$$\frac{30 \times 1{,}4}{3} = 14 \text{ heures.}$$

Sources d'alimentation des dispositifs de charge. — L'énergie électrique nécessaire à la charge pourrait être demandée à un groupe électrogène actionnant une dynamo, ce qui reviendrait sensiblement à faire tourner le moteur de la voiture, ou à une éolienne (aéromoteur), cependant en général elle provient d'une distribution d'énergie, quelquefois continue, mais le plus souvent alternative. Nous examinerons donc seulement ces deux cas.

Charge en courant continu. — La forme de ce courant se prête absolument à la charge des batteries, on pourrait donc supposer qu'il présente plus d'intérêt pour cette opération que le courant alternatif. Malheureusement la tension des distributions est beaucoup trop élevée pour permettre la charge des batteries de voiture, à moins que l'on en branche plusieurs en série, mais dans le cas d'une batterie particulière, la tension doit toujours être abaissée.

En alternatif, nous disposons, ainsi que nous l'avons vu au début de cet ouvrage, d'un appareil permettant avec une grande facilité la modification des caractéristiques de l'énergie : le transformateur ; mais par son principe même il ne peut fonctionner sur courant continu, avec celui-ci nous ne pouvons obtenir la chute de tension voulue que par l'adjonction de résistances en série avec la batterie, suivant *figure* 37. Procédé peu économique, la résistance absorbant une puissance importante.

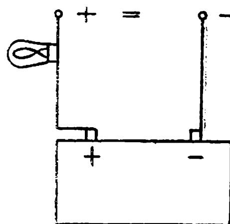


Fig. 37.

Généralement on utilise des lampes comme résistances — *mais exclusivement des lampes au carbone* — car les lampes à filament métallique présentent une différence importante de résistance à froid et à chaud et, au moment de la mise sous tension, le courant de charge atteindrait une valeur prohibitive.

La valeur de la résistance à connecter en série se détermine facilement (se reporter à la première partie, chapitre II). Supposons que nous voulions recharger une batterie 12 volts, c'est-à-dire de six éléments, à un régime de fin de charge de l'ordre de 1,5 ampère en partant d'une distribution en courant continu de 110 volts.

La tension continue appliquée à la batterie devrait être de :

$$2{,}5 \times 6 = 15 \text{ volts.}$$

Il convient dans ces conditions d'obtenir une chute de :

$$110 - 15 = 95 \text{ volts,}$$

ces volts, dans le cas d'un courant de 1,5 ampère seront absorbés par une résistance de :

$$\frac{95}{1{,}5} = 64 \text{ ohms,}$$

ce qui correspond sensiblement à une lampe avec filament au carbone de 50 bougies.

Nous pouvons constater que le rendement est très mauvais puisqu'il nous faut dépenser :

$$110 \times 1{,}5 = 165 \text{ watts}$$

pour fournir une vingtaine de watts à la batterie.

Ce procédé de charge ne peut donc convenir que pour les petites puissances. S'il s'agit de batteries de capacité importante et des charges fréquentes, il est préférable d'utiliser un groupe tournant, comprenant, accouplés sur le même arbre un moteur à courant continu et une dynamo à basse tension.

Charge en courant alternatif. — Toutes les centrales modernes distribuent du courant alternatif, 50 ou 25 périodes, aussi nous étudierons plus spécialement les dispositifs de charge en partant de cette forme de courant.

Nous pouvons utiliser comme pour le courant continu un groupe tournant, mais avec moteur alternatif, cependant les postes de charge statiques sont de beaucoup les plus répandus.

Ces postes comprennent essentiellement : un transformateur abaisseur dont le but est d'adapter la tension du secteur, et un élément redresseur, susceptible de bloquer une alternance du courant et de fournir un courant redressé (voir page 16), qui malgré son ondulation a toujours le même sens, et de ce fait charge une batterie aussi bien que le courant continu.

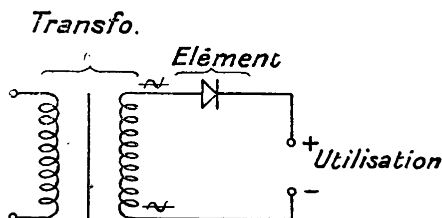


Fig. 38.

Le *branchement en série* de l'enroulement secondaire du transformateur et de l'élément redresseur représenté par son symbole général sur la *figure* 38 est, comme on peut le voir, d'une grande simplicité, une moitié du courant — les alternances positives — passe et va charger la batterie, l'autre moitié — les alternances négatives — est bloquée. Cependant avec ce mode de redressement le rendement est faible. De plus la composante continue du courant traverse l'enroulement secondaire du transformateur et provoque la saturation du fer, ce qui oblige à des précautions spéciales pour la construction de ce transformateur.

Les redresseurs « une alternance » ne présentent donc pas

grand intérêt, on leur préfère une combinaison de deux redresseurs identiques susceptibles de redresser les deux alternances. Dans ces conditions le rendement se trouve amélioré et le courant continu s'annule dans l'enroulement secondaire.

Il existe en courant monophasé trois montages différents permettant le redressement des deux alternances :

1° Le montage en va-et-vient;

2° Le montage en pont;

3° Le montage en doubleur de tension que nous indiquons seulement pour mémoire car il n'est pas utilisé dans les chargeurs.

Montage en va-et-vient. — C'est le montage classique adopté dans les redresseurs avec tube redresseur biplaque, il est

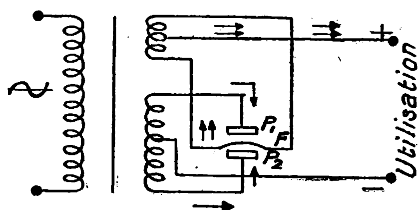


Fig. 39.

dit également « doubleur d'intensité » car les intensités fournies par chaque élément s'ajoutent. Le secondaire du transformateur présente la particularité de comporter une prise à la moitié de son enroulement.

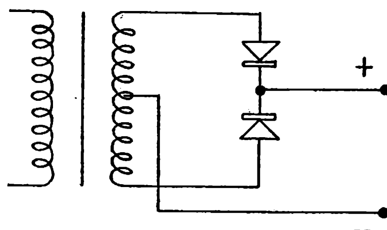


Fig. 40.

Pour comprendre le fonctionnement de ce montage, reportons-nous au schéma de la *figure* 39 où nous avons représenté un

redresseur avec valve biplaque. Suivant le sens du courant l'une des plaques est positive quand l'autre se trouve négative. A chaque période les plaques se trouvent donc positives avec une demi-période de différence. Le courant correspondant à une alternance circule entre la plaque P_1 et le filament F et celui correspondant à l'autre alternance prend le chemin plaque P_2 filament F. Les deux courants s'ajoutent et il résulte un courant de la forme représentée par la *figure* 12 C. Nous avons illustré notre démonstration par un schéma avec valve biplaque, ce

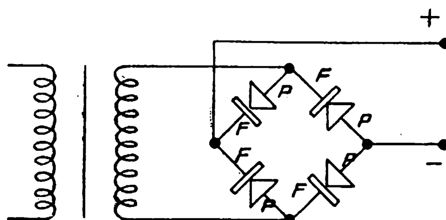


FIG. 41.

mode de redressement étant le plus employé pour le montage va-et-vient, nous le complétons cependant par le schéma de la *figure* 40 relatif au cas général.

Le montage en pont. — Le montage en pont comme le précédent est un doubleur d'intensité. Il comprend quatre éléments redresseurs identiques, insérés ainsi qu'on peut le voir sur la *figure* 41 dans chaque branche du pont. Il fonctionne sans prise médiane au transformateur. Il convient surtout pour les redresseurs métalliques. Avec les tubes redresseurs il n'est généralement pas adopté, car il faudrait utiliser quatre tubes monoplaques ou tout au moins deux monoplaques et un biplaque du fait de l'indépendance que doivent avoir les filaments constituant le positif, ce qui conduirait à un montage bien compliqué.

Les éléments redresseurs. — Les chargeurs de garage utilisent comme éléments redresseurs :

Les tubes thermoioniques ou valves,

les redresseurs métalliques.

Les tubes thermoioniques. — Les tubes thermoioniques utilisés pour la charge des batteries sont constitués essentiellement de deux électrodes (un filament, la cathode, et une plaque, l'anode) dans une ampoule remplie d'un gaz raréfié. Nous n'entrerons pas dans le détail des phénomènes qui entrent en jeu dans le fonctionnement des tubes redresseurs. Il suffit de savoir que le filament émet des électrons lorsqu'il est porté à une certaine température et qu'ainsi l'espace plaque filament devient conducteur, mais seulement pour les alternances positives.

Il existe deux sortes de tubes redresseurs :

1° *Les valves gaz à haute pression*, genre Tungar à filament chaud de tungstène dans un milieu contenant de l'argon. Elles sont capables de redresser des courants de forte intensité, mais sous des tensions faibles. Elles ne conviennent donc bien que pour la charge des batteries.

2° *Les valves gaz à basse pression*, genre Philips 367, sont des tubes à vapeur de mercure à cathode chaude, qu'il ne faut pas confondre avec les valves à vapeur de mercure à cathode froide dans lesquelles le redressement s'opère suivant un processus différent.

Le calcul des redresseurs utilisant des tubes à gaz offre une grande facilité par le fait que la chute de tension est sensiblement constante, elle est de l'ordre de 8 à 20 volts pour les tubes à vapeur de mercure.

Le rendement des redresseurs équipés avec des tubes à gaz est bon, car leur résistance interne est faible. Il augmente lorsque la tension redressée s'élève. Le rendement d'un chargeur 24 volts est par exemple supérieur à celui que l'on peut obtenir avec un modèle prévu pour batterie 6 volts.

L'emploi de ces tubes est limité, d'une part, par la tension inverse maximum pouvant exister entre cathode et anode et d'autre part, par l'intensité du courant susceptible d'être émis par la cathode sans que la vie de cette dernière en soit abrégée.

Lorsque les tubes renferment une seule plaque et un filament ils sont dits *monoplaques*, s'ils contiennent deux plaques on les appelle *biplaques*.

Redresseurs métalliques. — Les redresseurs métalliques sont constitués par un corps très bon conducteur en contact avec un corps semi-conducteur. Le mécanisme du redressement n'a pas encore été bien défini, nous nous bornerons donc à indiquer qu'ils présentent une résistance faible dans le sens

« semi-conducteur, conducteur » et une résistance élevée dans le sens « conducteur, semi-conducteur », ce qui donne, en principe, naissance à un courant direct intense dans le sens de passage et à un faible courant inverse dans le sens de blocage.

Le rapport entre le courant direct et le courant inverse constitue le *coefficient de redressement.* Sa valeur ne doit pas être inférieure à 1 000 pour qu'un élément puisse fournir de bons résultats.

Les caractéristiques des redresseurs métalliques ne présentent pas une stabilité complète, elles varient avec la température. Un échauffement se traduit par l'augmentation du courant direct et du courant inverse, s'il est important il entraîne la destruction des redresseurs, ceci explique pourquoi les redresseurs pour fortes intensités possèdent des ailettes de refroidissement et pourquoi, en règle générale, leur montage doit être effectué de façon que l'air puisse circuler librement autour des cellules.

Le rendement de ces redresseurs, de l'ordre de 50 à 70 % est supérieur en basse tension à celui des tubes à gaz raréfié. Cependant les redresseurs métalliques présentent l'inconvénient de laisser passer le courant alternatif vers la batterie quand ils sont défectueux, ce qui n'est pas le cas avec les tubes.

Les redresseurs métalliques, appelés aussi redresseurs secs ou à couche d'arrêt, comprennent deux groupes principaux, dont nous allons examiner les propriétés respectives :

les redresseurs au cuivre, oxyde de cuivre ;

les redresseurs au sélénium.

Les redresseurs cuivre-oxyde de cuivre. — Les redresseurs à oxyde de cuivre sont constitués d'une plaque de cuivre rouge pur de 1 à 1,5 mm d'épaisseur représentant le corps bon conducteur. Le semi- conducteur est une couche d'oxyde de cuivre obtenue sur une des faces de la plaque en portant le cuivre à une température d'environ 1 000° C en présence d'air et d'oxygène.

Les redresseurs à oxyde de cuivre ont l'inconvénient de ne pouvoir supporter des températures élevées (60° C), leur courant inverse augmentant rapidement avec l'élévation de température. En revanche leur durée est illimitée si leur échauffement reste inférieur à 12° C par rapport à l'ambiance.

Les redresseurs au sélénium. — Les redresseurs au sélénium sont formés de disques en fer nickelé sur lesquels se trou-

vent déposés, d'abord le sélénium, corps semi-conducteur, puis un alliage à base de cadmium constituant le conducteur. Chaque disque est raccordé au circuit par l'intermédiaire d'une rondelle de contact élastique en laiton.

Les redresseurs au sélénium sont susceptibles d'admettre des tensions par disque, supérieures à celles que les disques à oxyde de cuivre supportent, ce qui permet de réduire leur nombre.

Outre l'avantage d'être moins encombrant, à puissance égale, que les éléments à oxyde de cuivre, les disques au sélénium présentent l'avantage de supporter sans risque de détérioration des températures de l'ordre de 75° C.

Redresseurs à lames vibrantes. — Nous ne dirons que quelques mots de ces redresseurs d'un emploi beaucoup plus restreint que les premiers. Ils sont basés sur le principe qu'en coupant automatiquement un courant alternatif au moment où il passe par zéro et change de sens, on recueille un courant toujours de même sens, propre à la charge des batteries.

Ces systèmes redresseurs présentent l'avantage d'un faible encombrement, mais il est difficile d'éviter la production d'étincelles aux palettes des vibreurs, ce qui d'une part limite la durée des contacts et d'autre part peut être la source de perturbations dans les récepteurs radiophoniques voisins.

Construction des redresseurs. — Après ces données générales succinctes sur les systèmes redresseurs qui permettront à l'automobiliste de fixer son choix sur le redresseur le mieux approprié à ses besoins, nous passerons, pour l'électricien, à la partie pratique et aborderons la construction de quelques redresseurs simples.

En effet le chargeur est le seul organe qui peut en tout ou en partie être réalisé sans moyens industriels. Deux méthodes peuvent être adoptées, soit acheter un transformateur et une cellule ou un tube redresseur et effectuer le montage, soit acquérir seulement l'élément redresseur et construire le transformateur. Cette construction étant faite souvent, même par des électriciens amateurs, nous donnerons, dans les descriptions qui vont suivre, les caractéristiques principales des transformateurs. Bien entendu nous ne pouvons traiter en entier ce problème de construction qui sort de notre sujet, nous renvoyons nos lecteurs à l'ouvrage de Marthe Douriau « La construction des petits transformateurs ».

Redresseur 6 volts, 2 ampères. — Nous commencerons par un petit modèle très simple, convenant à un particulier dont la voiture fait de longs séjours au garage.

Nous adopterons pour le redressement, l'élément Selenofer 3242 A prévu par L. M. T. pour redresser 6 volts, 2 ampères. Il s'agit d'un élément comportant 8 disques de 45 mm. de diamètre montés en pont, chaque branche de ce dernier ayant deux disques en parallèle. La tension secondaire que doit fournir le transformateur pour charger jusqu'à 2,7 volts, trois éléments de batterie est, d'après le constructeur, de 9,7 volts en charge.

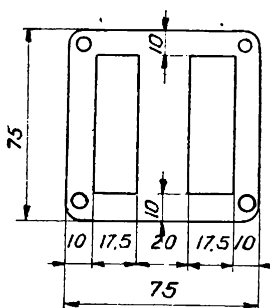


Fig. 42.

Le transformateur en rapport avec cet élément, vu sa faible puissance pourrait être exécuté avec les tôles de la *figure* 42, de dimensions standardisées pour les transformateurs d'alimentation de récepteur. Ces tôles devraient être empilées sur une hauteur de 40 mm.

Dans ces conditions et en supposant que le secteur fournisse un courant à 110 volts, 50 périodes, l'enroulement primaire comporterait :

580 tours de fil de cuivre émaillé de 4/10 à 5/10 ; quant au bobinage secondaire il serait constitué de :

55 tours de fil de cuivre émaillé de 12 à 15/10.

Ces deux bobinages sont enroulés l'un par dessus l'autre en interposant deux cartons isolants de 5/10, et isolés du fer (circuit magnétique) par un support en carton isolant.

Le schéma de ce redresseur serait celui de la *figure* 43. Pour

régler le débit suivant la tension du secteur et l'état de la batterie, on peut mettre quelques tours de plus à l'enroulement secondaire et prévoir un rhéostat de 2 à 3 ohms. Ce rhéostat, pour éviter l'échauffement de l'élément, doit obligatoirement, être placé devant ce dernier, c'est-à-dire en série avec l'enroulement secondaire comme nous l'indiquons sur la *figure* 43.

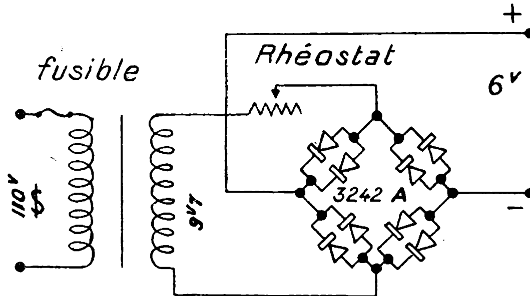


Fig. 43.

Redresseur 6 volts, 4 ampères et 12 volts, 2 ampères. — Beaucoup d'automobiles sont équipées de batteries 12 volts, aussi pour se prémunir contre les changements possibles un chargeur susceptible d'assurer à la fois la charge des batteries 6 et 12 volts présente donc plus d'intérêt.

Pour obtenir ce résultat il suffirait de construire deux chargeurs comme le premier décrit et de les réunir en série pour charger une batterie 12 volts et en parallèle pour charger trois éléments avec une intensité de charge double. Cependant il est plus économique et plus simple d'avoir un seul transformateur avec deux enroulements secondaires alimentant chacune des cellules.

Ce transformateur peut être réalisé en utilisant les tôles de la *figure* 44 empilées sur une hauteur de 35 mm. Nous aurons ainsi un circuit magnétique sensiblement de même section que

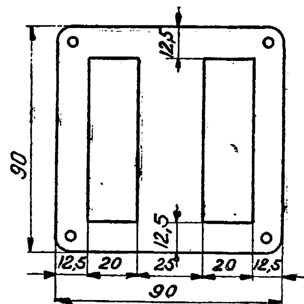


Fig. 44.

le premier, mais la fenêtre étant plus grande nous pourrons facilement loger des bobinages plus gros.

Pour 110 volts, 50 périodes, le bobinage primaire comporte 580 tours de fil de cuivre émaillé 6 /10, et chacun des enroulements secondaires 55 tours de fil 12 /10 à 15 /10 de cuivre émaillé. Ces deux enroulements doivent être isolés l'un de l'autre.

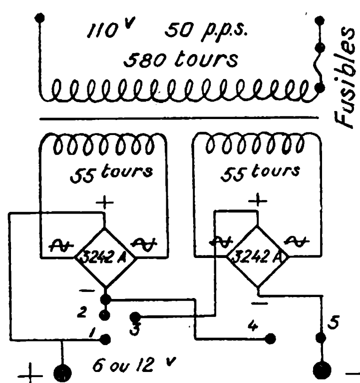


Fig. 45.

Le montage s'effectue suivant le schéma de la *figure* 45. Pour charger une batterie 12 volts, il faudrait, avons-nous vu, réunir les deux cellules en série et pour cela relier les bornes 2 à 3.

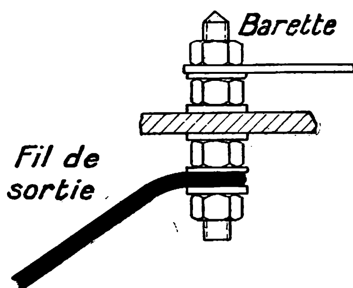


Fig. 46.



Fig. 47.

Au contraire pour charger une batterie 6 volts et brancher les éléments en parallèle, ce serait les bornes 1 et 3 d'une part,

4 et 5 d'autre part, qui devraient être reliées. Pour faire cette commutation de prises avec facilité, les fils de sortie sont fixés à des tiges filetées, suivant *figure* 46, qui sont réunies entre elles d'après les indications ci-dessus, au moyen de barettes ayant la forme de la *figure* 47. Avec le trou ovalisé qu'elles comportent, il n'est pas nécessaire de dévisser complètement les écrous pour les déplacer.

Les deux chargeurs que nous venons de décrire pourraient également être exécutés avec des éléments à oxyde de cuivre en modifiant de quelques tours l'enroulement secondaire, suivant la tension admissible par la cellule adoptée.

Redresseur 6 et 12 volts, 5 ampères. — Le troisième chargeur que nous nous proposons de décrire, monté en va-et-

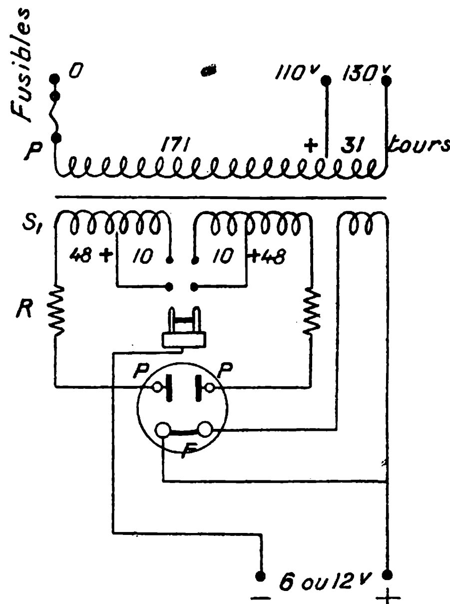


Fig. 48.

vient, utilise un tube redresseur Philips 367, bianodique, dont le filament, chauffé sous une tension de 1,8 à 1,9 volt, absorbe 8 ampères.

Le transformateur de ce fait est plus compliqué, car, outre les enroulements fournissant aux anodes la tension à redresser, il doit comporter un enroulement secondaire pour le chauffage.

Il n'existe pas de dimensions de tôles standard convenant pour ce transformateur plus gros que les précédents, on pourra adopter n'importe quelle forme, à condition que la section du noyau supportant les enroulements soit, étant donné les nombres de tours que nous allons indiquer, de 25 cm² environ.

Nous avons prévu le primaire pour secteur 110 volts 50 périodes mais avec une prise supplémentaire à 130 volts. Dans ces conditions les nombres de tours et la section des conducteurs seraient de :

Primaire : 171 + 31 tours de fil de cuivre émaillé de 9 à 10/10.

Secondaire (1) pour l'alimentation des plaques.

Il comprend deux enroulements séparés, bobinés dans le même sens et comportant respectivement 48 + 10 tours et 10 + 48 tours de fil de cuivre 14 à 15/10. Les prises après le 48ᵉ et le 10ᵉ tour correspondent à la charge des batteries 6 volts et la totalité du nombre de tours à la charge des batteries 12 volts.

Secondaire (2) pour le chauffage du filament.

Il est constitué par 3 tours de fil 18 à 20/10 de fil de cuivre émaillé.

Le schéma complet de ce redresseur est donné par la *figure* 48, où nous pouvons voir que le passage du nombre de tours correspondant, soit à la marche 6 volts, soit à la marche 12 volts, s'effectue par une prise dont les deux broches sont réunies en court-circuit, pour constituer la prise médiane nécessaire à ce mode de montage. Par précaution, pour obtenir un effet régulateur, il est bon d'ajouter, ainsi que nous l'indiquons, deux résistances de quelques dixièmes d'ohm en alliage Fixampère (aciéries d'Imphy).

Chargeurs de grands garages. — Les chargeurs que nous venons de décrire sont de petits modèles destinés aux particuliers. Les chargeurs utilisés dans les garages sont réalisés suivant le même principe mais fournissent des intensités plus élevées et permettent la charge des batteries jusqu'à 24 volts, à plusieurs régimes de charge, ils comportent souvent pour le contrôle un ampèremètre et un voltmètre. Certains de ces postes de charge fournissent une puissance suffisante pour servir, en dehors de la charge, soit à la soudure, soit à des bains électrolytiques.

Chargeurs à intensité constante. — Les redresseurs que nous avons examinés sont à tension redressée constante, mais l'intensité de charge diminue au fur et à mesure que la batterie se charge, ce qui constituerait plutôt un avantage, si par ailleurs, en cas de court-circuit, cette intensité n'atteignait des valeurs prohibitives. C'est pourquoi d'autres chargeurs ont été étudiés pour fournir une intensité de charge constante. Ces appareils offrent l'intérêt de charger sans modification de connexions, des batteries de 2, 3 et 6 éléments et de ne pas craindre les surcharges dues à un court-circuit des éléments. Cette caractéristique s'obtient par l'adjonction d'une bobine de réactance, ou ce qui revient au même, en réalisant un transformateur d'un modèle très spécial, dit « transformateur à fuites ».

Branchement des redresseurs. — Le branchement d'un chargeur ne présente aucune difficulté. Les petits modèles pour entretien des batteries de voiture de tourisme peuvent être reliés aux canalisations « lumière » du secteur et à une installation ne comportant qu'un compteur de 5 ampères.

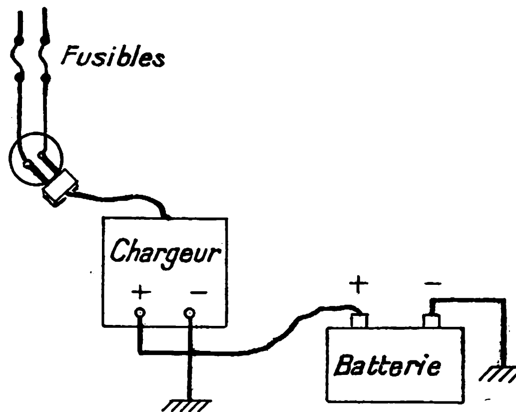


FIG. 49.

Quant à la batterie à charger, elle doit avoir son pôle positif relié au pôle correspondant du redresseur. Il en est de même pour le pôle négatif, mais comme généralement on ne sort pas la batterie pour la charger, on relie le pôle négatif du redresseur au châssis de la voiture, à un endroit dépourvu de peinture,

(bien entendu pour des voitures dont le négatif des batteries est à la masse).

Si le chargeur ne comporte pas de fusible, il faut en prévoir sur l'arrivée du secteur, ainsi que nous l'indiquons sur la *figure* 49 relative au branchement d'un chargeur. Pour assurer la protection voulue il importe que les fils fusibles soient bien calibrés pour la puissance.

Voici quelques diamètres de fils fusibles en alliage 60 % plomb, 40 % étain.

Diamètre en mm.	*Intensité d'emploi en ampères*
4/10	1
5/10	1,5
6/10	2
7/10	3
8/10	3,5
9/10	4,5
10/10	5,5

Précautions à prendre. — Il convient tout d'abord, durant la charge, de retirer les bouchons des trous de remplissage de la batterie afin de permettre aux gaz de s'échapper librement. Il importe aussi de prendre bien garde de ne pas laisser le chargeur branché au moment du démarrage, car, à moins qu'il s'agisse d'un redresseur à intensité constante, cette manœuvre, en le mettant pratiquement en court-circuit, l'endommagerait gravement.

En ce qui concerne les redresseurs à éléments métalliques, pour lesquels la question refroidissement a une grande importance, il convient de toujours placer le chargeur dans sa position normale, celle-ci ayant été choisie par le constructeur, de façon que l'axe des éléments soit vertical pour limiter l'échauffement.

Enfin dernières précautions, lorsque le chargeur reste quelque temps sans servir il faut l'entreposer dans un endroit très sec, car l'humidité a une influence néfaste sur les isolants du transformateur.

Entretien. — Les chargeurs ne nécessitent aucun entretien, une simple vérification de temps à autre des fusibles et du contact des raccordements aux bornes, ou s'il y a lieu, de la lampe sur son support, représente tous les soins qu'ils demandent. Ce sont des appareils robustes dont la vie ne peut être abrégée que par des surtensions ou des surcharges importantes.

TROISIÈME PARTIE

LES ORGANES RÉCEPTEURS

CHAPITRE PREMIER

LES DEMARREURS

Pour l'entraînement, à la mise en route des moteurs à explosion, depuis longtemps le démarreur s'est substitué à la manivelle qui n'est plus qu'un organe de secours.

Le démarreur n'est qu'un moteur à excitation série. Il remplit un rôle inverse de celui qu'assure la dynamo, en effet au lieu d'être générateur de courant il faut lui en fournir pour le faire tourner. Cependant moteur et dynamo sont identiques comme constitution. Ceci résulte de ce que nous avons étudié au début : la rotation de l'induit entre les pièces polaires est susceptible d'engendrer un courant et inversement le passage d'un courant dans l'induit entraîne la rotation de ce dernier. Les démarreurs sont généralement tétrapolaires et leur schéma conforme à la *figure* 50.

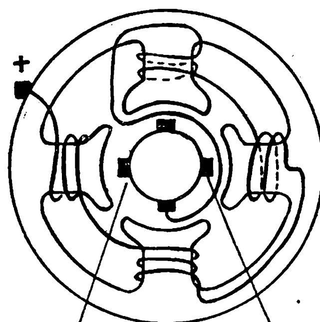


FIG. 50.

Les moteurs à essence demandent pour leur lancement de faibles vitesses. Pour obtenir malgré cette condition une puis-

sance suffisante, il faudrait des moteurs électriques de grandes dimensions dont le couple serait proportionnel à la puissance du moteur à essence ; aussi pour limiter leurs dimensions à un diamètre de la carcasse de 115 à 130 mm, et une longueur totale de 300 mm, on a prévu un système de démultiplication pour l'accouplement mécanique des deux moteurs, il doit en plus permettre d'interrompre la liaison dès que le moteur à explosion tourne par ses propres moyens.

Le système d'engrenage à pignon central baladeur est le plus usité, il a été inventé par un américain qui lui a donné son nom : *Bendix*. Il comprend un manchon portant un filetage hélicoïdal

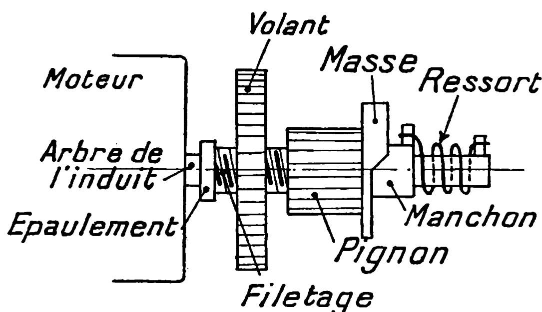


Fig 50 *bis*.

à pas rapide entraîné par l'arbre de l'induit. Ainsi que l'illustre la *figure* 50 *bis*, l'accouplement entre arbre et manchon est élastique grâce à un fort ressort qui en même temps sert à amortir les chocs. Pouvant se déplacer sur la partie filetée, se trouve un pignon denté réuni à un collier excentré.

Les deux opérations successives de l'embrayage et du débrayage s'expliquent ainsi : en faisant tourner le démarreur, sous l'action de l'inertie, le pignon vient se visser sur la partie filetée, butte sur l'épaulement prévu et la liaison se fait avec l'engrenage du volant qui entraîne le moteur à explosion. Lorsque ce dernier est en route, le volant fait tourner le pignon du Bendix à une vitesse supérieure à la vitesse de lancement, ce qui a pour effet de le dévisser et de le rejeter à sa position initiale.

Il existe des Bendix à pignon sortant, d'autres à pignon rentrant, leur différence réside dans le sens du filetage du manchon.

Signalons l'excellent dispositif du Bendix sortant automati-

quement et manœuvré manuellement que l'on trouve sur les Simca 5, Fiat 6 CV, etc. En tirant la manette, on engraine d'abord le démarreur sur la couronne dentée du volant et ensuite on établit le contact.

La commande du démarreur se fait par une manette ou une pédale, qui, par l'intermédiaire d'un bloc métallique avec pastilles en charbon formant pare-étincelles, ferme le circuit entre le moteur et la batterie.

Cependant on trouve des démarreurs où la mise sous tension du moteur se fait par l'intermédiaire d'un relais commandant le contacteur placé entre batterie et moteur. Cet organe évite les connexions en gros câbles dans le tablier de la voiture et réduit la chute de tension. On sait en effet que les relais fonctionnent avec de faibles courants et qu'ainsi leur branchement peut se faire avec des conducteurs de petite section. Malgré ces avantages, étant donné la complication et les ennuis de fonctionnement que peuvent apporter la présence du relais, ce dispositif de commande est peu employé.

Il existe aussi des démarreurs dits « à induit coulissant ». Le moteur présente la particularité d'avoir au repos son rotor excentré par rapport à l'axe des inducteurs. A la mise sous tension, inducteurs et induit engendrent des champs magnétiques qui tendent à se superposer et à amener l'induit dans l'axe des inducteurs. Ce déplacement comprime un ressort qui agit sur le pignon et le dirige vers les dents du volant.

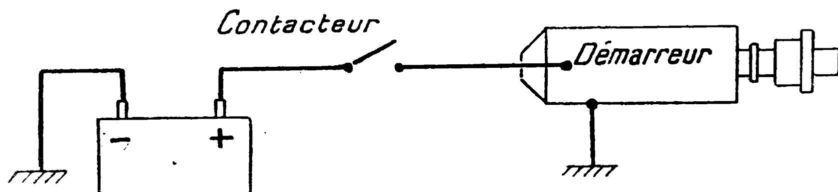


Fig. 51.

Branchement. — Le branchement d'un démarreur se fait, comme l'indique la *figure* 51, par un seul conducteur reliant la borne positive de la batterie à la borne du démarreur. Mais ce fil doit être de forte section, le courant pouvant aller jusqu'à 300 ampères. Il faut tenir compte pour le choix des dimensions de ce conducteur, que la puissance des moteurs de démarreurs

varie entre 400 et 1 800 watts et que plus les moteurs à essence ont de fortes cylindrées et des taux de compression élevés, plus la puissance du démarreur doit être importante.

A noter que le retour du courant se fait toujours par le châssis.

Entretien. — L'entretien des moteurs de démarreurs est identique à celui des dynamos. Il faut surtout veiller à la propreté du collecteur, le nettoyer au moins tous les mois avec un chiffon sec, et enlever entre les lames les corps étrangers qui pourraient les mettre en court-circuit. Les balais doivent être ni trop durs, ni trop mous et leur ajustage particulièrement soigné, car de mauvais contacts sont susceptibles de diminuer la puissance du couple et la vitesse à vide.

Lorsque la commande se fait par relais il faut polir de temps à autre les contacts, car à la longue ils s'altèrent par la production de petites étincelles.

Quant au « bendix » il convient d'en nettoyer les engrenages avec une brosse trempée dans du pétrole, puis de les sécher soigneusement, il faut même les gratter afin de faire disparaître tous corps étrangers. Il suffit d'un peu de graisse épaissie par le froid pour gêner les déplacements du pignon baladeur.

Il importe de ne pas procéder à ce nettoyage peu avant le départ de la voiture, car si l'essence n'était pas complètement évaporée il y aurait risque d'incendie On termine ces soins par un graissage à l'huile fluide.

Généralement l'arbre des démarreurs tourne sur des paliers lisses en bronze ne demandant pas de graissage comme les roulements à billes, il suffit donc de quelques gouttes d'huile de vaseline neutre dans les graisseurs du moteur tous les 5 000 à 6 000 km. Il ne faut pas oublier que l'excès d'huile risque de provoquer un encrassement du collecteur.

Les combinés. — La dynamo de charge et le démarreur ont des fonctions inverses, mais font partie, l'une et l'autre des machines électriques tournantes comportant induit et inducteur. Cette similitude de caractéristiques et le fait que ces deux organes ne fonctionnent jamais en même temps, a conduit certains constructeurs à combiner les deux fonctions et à réaliser une machine reversible, tantôt génératrice, tantôt moteur de lancement.

Un des combinés les plus connus est le Dynastard SEV, sur lequel nous trouvons deux enroulements inducteurs, deux induits avec un collecteur à chaque bout de l'arbre, chacun ayant une paire de balais correspondant respectivement à la fonction génératrice et à la fonction moteur.

L'emploi des combinés est assez réduit, aussi nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet. Les conseils d'entretien étant les mêmes que ceux que nous avons indiqués pour les deux organes séparés.

CHAPITRE II

L'ALLUMAGE

Les moteurs à essence demandent une étincelle pour l'inflammation du mélange combustible d'essence et d'air comprimé dans les chambres de compression des cylindres. La production de cette étincelle constitue l'*allumage*.

Un dispositif d'allumage comprend essentiellement :

1° Une source d'électricité : une magnéto ou une dynamo-batterie dont la tension est élevée à la valeur voulue pour produire une étincelle suffisamment chaude pour une inflammation rapide.

2° Un distributeur pour l'alimentation intermittente à l'instant convenable des différents cylindres.

3° De bougies d'allumage encastrées dans chacun des cylindres. Elles contiennent deux électrodes suffisamment rapprochées pour permettre l'éclatement des étincelles d'allumage.

4° D'un système de sécurité : un parafoudre.

Le courant nécessaire à la production de l'étincelle peut, ainsi que nous l'avons indiqué, être fourni, soit par magnéto entraînée par le moteur, soit demandé à la batterie maintenue chargée par la dynamo. Nous nous trouvons donc en présence de deux modes d'allumage différents :

l'allumage par batterie,

l'allumage par magnéto.

L'un et l'autre offrent des avantages et certains inconvénients. L'allumage par batterie par sa simplicité, sa souplesse et son indépendance de la vitesse de rotation du moteur est le plus répandu. Cependant l'allumage par magnéto possède l'avantage

d'être indépendant des autres organes de l'équipement électrique et son fonctionnement n'est pas perturbé par les dérangements de ces organes, en particulier par le mauvais état de la batterie; de plus le rendement des magnétos est meilleur aux grandes vitesses, c'est pourquoi certaines voitures pour réunir les avantages des deux systèmes sont pourvues d'appareils d'allumage mixtes.

L'allumage par batterie.

Principe. — Les batteries ne fournissent qu'une très basse tension, 6 ou 12 volts, bien insuffisante pour provoquer l'étincelle voulue. Il est indispensable de l'élever à quelques milliers de volts, ce qui ne souffre aucune difficulté, grâce aux transforma-

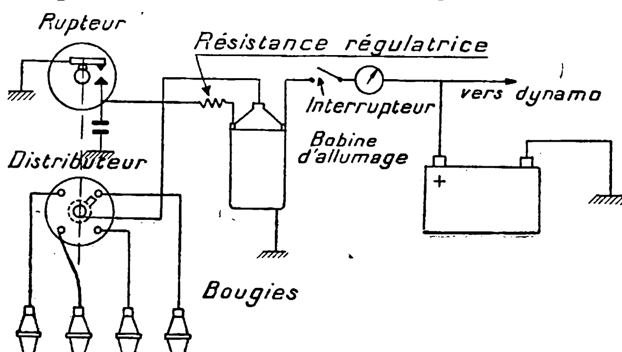


Fig. 52.

teurs dont nous avons donné le principe page 19. Mais nous avons vu que pour qu'un courant soit induit dans l'enroulement secondaire, le courant appliqué au primaire devait être variable. Entre l'accumulateur et le transformateur ou *bobine d'allumage*, il faut donc intercaler un dispositif susceptible de hacher le courant; c'est le *rupteur*. La liaison de ces différents organes avec le distributeur et les bougies est représentée par le schéma de la *figure* 52.

La bobine d'allumage. — Comme tout transformateur la bobine d'allumage comprend : un enroulement primaire; un enroulement secondaire isolé du premier; un noyau en fer doux feuilleté sur lequel ces bobinages sont enfilés l'un sur l'autre.

L'ordre du bobinage est sans importance, certains constructeurs bobinent le primaire en premier, d'autres commencent par le secondaire. L'enroulement primaire s'exécute en fil de cuivre émaillé de relativement forte section, car il doit laisser passer environ 1 ampère sous 12 volts ou 2 ampères sous 6 volts, ce qui entraîne à adopter des fils de 5/10 de diamètre pour les bobines 12 volts et de 7/10 pour les bobines 12 volts, aussi cet enroulement, sauf le cas de fausse manœuvre, offre peu de risque d'accident. Il ne comporte qu'un nombre restreint de spires : 150 à 300.

Par contre le bobinage secondaire est un fil de cuivre très fin car l'intensité qui le traverse a une faible valeur (inférieure à 1 milliampère) et on peut redouter avec lui qu'une oxydation lente provoque une coupure, et cela d'autant plus que son nombre de tours est élevé (15 000 à 30 000) pour permettre d'atteindre des tensions dépassant 20 000 volts.

Les tensions de cet ordre de grandeur obligent à de grandes précautions au point de vue isolement. C'est pourquoi les bobines doivent toujours être imprégnées sous vide et sous pression, avec des vernis isolants ou des résines appropriées. Cette imprégnation confère aux isolants des qualités diélectriques élevées et évite le déplacement des spires que pourrait provoquer la trépidation, mais dans ces conditions les bobines ne peuvent être débobinées ou réparées.

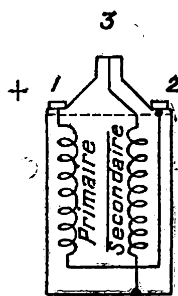


Fig. 53.

Une extrémité du secondaire se trouve toujours reliée à la masse (suivant *fig.* 53) et l'autre est réunie à la borne centrale sortie sur le boîtier. Sur certaines bobines le primaire et le secondaire sont reliés ensemble et à la masse.

Le boîtier, de forme cylindrique, est en matière moulée ou en métal, avec un couvercle, toujours en matière moulée à haut pouvoir isolant. Ce dernier comporte trois bornes de sorties. Les extrémités 1 et 2 du bobinage primaire sortent sur les deux côtés (voir *fig.* 54), l'une d'entre elles porte le signe +, ce qui indique qu'elle doit être connectée au circuit allant à la batterie. La sortie haute tension (3) se trouve dans le logement en matière moulée du centre, c'est là que l'on enfonce le câble du distributeur qui pour le raccord est muni d'un embout métallique à ressort.

Le boîtier contient de l'huile ou du compound pour éviter aux bobinages les effets néfastes de l'humidité sur son isolement. Grâce à des joints convenables il est rendu absolument étanche. Il comporte aussi un collier de serrage permettant de fixer la bobine à l'endroit voulu, c'est-à-dire abritée des projections d'eau car on peut toujours redouter que son étanchéité ne soit pas parfaite.

Le rupteur. — Plus les variations du flux atteignent une vitesse importante, plus l'encombrement du transformateur peut être réduit. Cette grande variation du flux s'obtient, avons-nous vu, par la rupture rapide du courant fourni par la batterie.

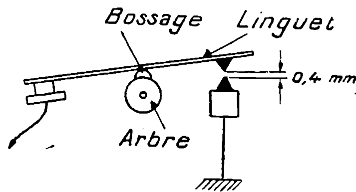


Fig. 54.

Mais dans notre cas cette rupture doit automatiquement se produire à des moments déterminés en rapport avec la vitesse du moteur.

Pour obtenir ce résultat on dispose d'un rupteur, essentiellement constitué d'une lame métallique ou linguet, articulée à une de ses extrémités, et supportant une pastille en tungstène ou en platine susceptible d'entrer en contact avec une autre pastille fixe. Ces deux pastilles sont respectivement réunies aux deux extrémités du circuit dont elles assurent périodiquement la continuité (à noter que la pastille fixe est reliée avec la masse). Le contact entre pastilles est interrompu, grâce à un bossage qui écarte de 4/10e de mm les contacts ; il se trouve calé sur un arbre directement entraîné par le moteur ou par un arbre à cames si la vitesse doit être réduite. La *figure* 54 indique schématiquement comment se présente un rupteur et permet de voir que chaque rotation de l'arbre entraîne bien la fermeture et l'ouverture du circuit. En agissant sur le calage de la came on règle la rupture du courant à un point précis en rapport avec la course des pistons. Pour simplifier, nous n'avons, sur notre schéma,

représenté qu'un bossage ; mais en réalité il existe autant de bossages qu'il y a de cylindres au moteur, si le rupteur ne possède qu'un linguet, ce qui est le cas de la majorité des sytèmes d'allumage. Il existe cependant, pour les moteurs à grand nombre de cylindres, des rupteurs équipés avec deux linguets ; dans ces conditions, si ces derniers les attaquent alternativement, nous trouvons deux fois moins de bossages que de cylindres. Par exemple pour un moteur six cylindres nous aurions avec un linguet six bossages et trois avec deux linguets. Dans les moteurs douze cylindres, nous trouvons deux bobines d'allumage, il existe en effet un rupteur avec deux linguets, mais chacun de ceux-ci, muni d'un condensateur séparé alimente une bobine d'allumage.

La résistance série. — La rupture du courant ne se produit pas avec la même fréquence, puisque, ainsi que nous l'avons exposé, elle varie avec la vitesse du moteur. On pourrait craindre dans ces conditions qu'aux grandes vitesses, le courant n'ait pas le temps de s'établir dans le primaire de la bobine en raison de la self de ce bobinage et qu'il en résulte des étincelles moins chaudes dans les bougies.

C'est pour éviter cet ennui et en même temps protéger les bobines d'allumage que certaines comportent à leur partie supérieure une résistance bobinée en fil spécial dont la résistance augmente rapidement lorsque l'intensité du courant s'élève et provoque une chute de tension qui tend à régulariser l'alimentation de la bobine quel que soit le régime du moteur.

Examinons comment la résistance remplit les deux fonctions dont elle est chargée.

Supposons tout d'abord que l'interrupteur d'allumage commandé par la clef du contacteur placé sur le tableau de bord, soit resté fermé alors que le moteur se trouve arrêté juste au moment ou le contact est établi par le rupteur. Dans ces conditions le primaire de la bobine, sera parcouru par un courant continu dont l'intensité ne sera plus limitée par l'effet de self-induction qui ne peut exister que pour un courant alternatif, mais seulement par la résistance relativement faible de la bobine. Ce courant sera ainsi susceptible de provoquer l'échauffement, puis la destruction de la bobine si la batterie se trouve chargée et que l'interrupteur reste longtemps dans cette position. La résistance protège la bobine contre les effets néfastes de cette négligence par le fait que si elle est traversée par une forte

intensité elle s'échauffe également, sa valeur augmente et s'ajoute à la résistance propre de l'enroulement primaire, de cette façon l'intensité peut être limitée à une valeur moins dangereuse.

Voyons maintenant ce qui se passe lorsque le moteur tourne à deux régimes différents. Nous savons que suivant leur conductibilité les corps opposent au passage du courant une certaine résistance. Lorsqu'il s'agit d'un courant alternatif d'autres facteurs influencent le passage du courant. Suivant leur coefficient de self les bobines présentent une inductance dont les effets s'ajoutent à ceux de la résistance. Mais l'inductance n'est pas comme la résistance indépendante de la fréquence, elle augmente proportionnellement à celle-ci. C'est pourquoi aux grandes vitesses, correspondant à une fréquence de coupure élevée, la valeur de l'inductance augmente et tend à limiter l'intensité. Cependant l'impédance, grandeur représentant les effets combinés de l'inductance et de la résistance est égale à la somme géométrique de ces deux valeurs. Comme il ne peut être question de diminuer exagérément le coefficient de self, il ne reste, pour réduire l'écart d'impédance existant dans le fonctionnement à deux vitesses différentes, que la possibilité d'augmenter la résistance, et l'effet de celle-ci sera d'autant plus sensible que, comme nous l'avons vu, la valeur de la résistance s'abaisse quand l'intensité diminue.

Les dispositifs d'allumage ne comportent pas obligatoirement de résistances additionnelles, celles-ci n'existent généralement pas sur les voitures américaines. Dans ces conditions, pour limiter l'échauffement du primaire en cas de surintensités les bobines d'allumage comportent leur bobinage secondaire contre le noyau de fer et leur enroulement primaire est bobiné à la suite, placé ainsi extérieurement ce dernier se refroidit plus facilement.

La mise en circuit de la résistance additionnelle est quelquefois commandée par un interrupteur, actionné à main ou par la pédale de démarrage, permettant de supprimer cette résistance au moment du départ. La mise en route, toujours difficile du fait de la chute de tension engendrée par le fort courant absorbé par le démarreur, devient ainsi plus aisée. Signalons que dans un but identique, certaines bobines comportent un enroulement primaire additionnel dont l'effet peut être ajouté, pour la mise en marche, à celui qu'engendre l'enroulement normal.

Le condensateur. — Nous avons expliqué au début de cet ouvrage que les condensateurs pouvaient être comparés à des réservoirs d'énergie électrique se chargeant et se déchargeant. Dans les dispositifs d'allumage ils se trouvent connectés entre primaire et masse, ou en d'autres termes, branchés en parallèle avec les contacts du rupteur. Leur action est double, ils protègent d'abord les contacts, car en absorbant l'extra-courant de rupture ils évitent leur destruction par les étincelles, puis ils alimentent le primaire par une décharge oscillante qui accroît la qualité de l'étincelle dans les bougies.

Les condensateurs de bobines d'allumage possèdent des armatures constituées par des rubans d'aluminium de 15 à 20/1 000e d'épaisseur et séparées par un papier paraffiné également très mince (10 à 12/1 000e) constituant le diélectrique. L'ensemble est bobiné très serré, puis imprégné à la paraffine et placé dans de petites boîtes cylindriques. Une armature se trouve sortie par un fil isolé comportant une cosse de fixation et l'autre réunie à la masse par le boîtier auquel elle est soudée (voir *fig.* 55).

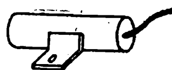


FIG. 55.

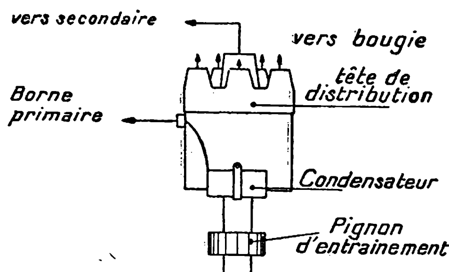


FIG. 56.

Le condensateur se trouve fixé auprès du rupteur, ainsi que l'indique la *figure* 56, ou bien placé dans le même carter que le rupteur et le distributeur.

Les condensateurs d'allumage ont en général une capacité de 0,21 à 0,22 microfarad. Cependant pour des moteurs tournant à grande vitesse on adopte des valeurs un peu plus petites ou au contraire un peu plus grandes pour de faibles vitesses.

Dans une certaine marge la valeur de la capacité n'influence pas la qualité des étincelles. En revanche cette valeur a une action importante sur la vie des vis platinées. Lorsque les vis s'usent trop rapidement il convient d'examiner leur aspect, car

si le contact mobile se creuse, on peut conclure, s'il s'agit d'une batterie dont le négatif est à la masse, que le condensateur a une capacité trop élevée ; si au contraire on remarque que le contact fixe se pique, il s'agit, sans aucun doute, d'une capacité trop faible. Il faut noter aussi que si la liaison du condensateur est faite par un mauvais contact, le moteur « bafouille » et les départs sont difficiles.

Le distributeur. — L'entraînement de la came du rupteur dont la rotation est commandée par le moteur, se fait par l'intermédiaire du distributeur qui assure d'autre part, successivement, la liaison au moment voulu, du circuit secondaire de la bobine, à chacune des bougies des cylindres. Il permet donc de distribuer l'allumage en fonction de la vitesse du moteur.

En examinant un distributeur nous remarquons un balai en charbon réuni à l'extrémité du secondaire de la bobine d'allumage. Ce balai est fixé sur une pièce mobile en matière moulée entraînée avec la came du rupteur. Il a pour but d'établir alternativement la liaison avec chacune des bougies. Pour cela un chapeau en matière moulée s'adapte sur la partie mobile du distributeur. Ce chapeau comprend une borne centrale pour l'arrivée du courant et des bornes périphériques réparties autour d'un chapeau en matière moulée qui successivement sont réunies à la borne centrale et dont le nombre correspond au nombre de bougies avec lesquelles elles doivent être reliées.

Le rupteur et le distributeur sont réunis dans un même carter, leur ensemble constitue la tête d'allumage dont la *figure* 56 donne l'aspect. Cependant le chapeau ne comporte pas toujours des logements pour les prises de courant comme elle le représente. L'arbre central tourne à frottement lisse et comporte un pignon d'entraînement.

Sans entrer dans le détail du fonctionnement du moteur à essence il convient cependant de rappeler que pour les moteurs à quatre temps, presque universellement adoptés, il faut qu'une explosion se produise dans chaque cylindre pour deux tours du moteur. En conséquence, pour que le distributeur fournisse les étincelles voulues il importe que son arbre tourne à une vitesse deux fois moins élevée, que celle du moteur.

Nous avons vu que la tête d'allumage comportait un arbre, celui-ci s'engage dans une ouverture pratiquée sur le moteur dont la dimension et celle de l'arbre sont normalisées. L'accouplement entre l'arbre de la tête d'allumage et l'arbre auxiliaire

du moteur prévu pour l'entraînement est fait bout à bout au moyen de la pièce représentée *figure* 57. De cette façon le tenon et l'encoche guident, pour replacer exactement à l'emplacement convenable la tête d'allumage, en cas de démontage éventuel.

Le carter est fixé au moteur, soit par un collier de serrage, soit par une vis latérale de pression, mais au préalable on peut le faire tourner d'un certain angle pour le réglage du point d'allumage.

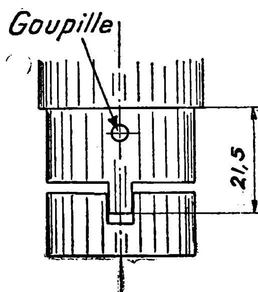


FIG. 57.

Nécessité d'un réglage variable du point d'allumage. — Le travail résultant de la détente des gaz explosifs dans les cylindres est dû à une série de déflagrations qui mettent un certain temps à se propager autour du point d'inflammation, qui de ce fait, doit se produire un peu avant que le piston arrive au point mort en haut de sa course. Entre le moment où l'étincelle éclate et celui où le piston atteint le point mort haut, le vilebrequin a tourné d'un certain angle, correspondant à ce que l'on appelle *l'avance à l'allumage.*

Le point optimum d'allumage dépend de trois facteurs : de la vitesse du moteur, de sa charge et de la qualité du carburant. Il est donc bien différent au départ de la voiture ou lorsqu'elle roule à grande vitesse.

L'avance à donner à l'allumage dépend de la vitesse du moteur, car l'explosion résulte d'une combustion qui ne peut être instantanée. L'inflammation avons-nous vu doit être effectuée un certain temps avant que le piston atteigne le point mort haut. Ce temps reste le même quelle que soit la vitesse du moteur, on conçoit donc aisément que pour obtenir l'explosion du mélange gazeux au moment voulu il faut que l'étincelle éclate d'autant plus bas dans le cylindre que la vitesse est

grande et qu'en conséquence il convient de donner de l'avance à l'allumage aux grandes vitesses.

Plus le travail demandé au moteur est important (par exemple si sa charge se trouve augmentée, ou s'il doit gravir une côte), plus l'accélération ou si l'on préfère la compression du mélange doit être accrue pour conserver au moteur sa même vitesse. Or la compression favorise l'inflammation du mélange, il est donc nécessaire pour obtenir l'explosion toujours au même point, de réduire l'avance lorsque la charge augmente.

Le pouvoir antidétonnant de l'essence influe également sur la rapidité de la combustion et l'avance à l'allumage demande à être d'autant plus élevée que le nombre octane est grand.

Comment faire varier l'avance à l'allumage. — Le réglage du point d'allumage s'obtient pour tous les cylindres à la fois, en agissant sur le rupteur dont la vis doit être écartée pour provoquer les ruptures au moment voulu.

Nous avons vu que la tête d'allumage était susceptible de tourner dans son support mais comme par ailleurs la came reste, par l'arbre de commande, solidaire du moteur, en donnant à la tête un mouvement de rotation on change donc la position du levier du rupteur réuni au carter. Cette rotation peut se commander manuellement à l'aide d'une manette placée à portée du conducteur et agissant sur un levier par l'intermédiaire d'une tringle. L'avance est augmentée en faisant tourner le carter à l'opposé de l'arbre à cames.

Ce procédé de réglage constitue l'avance réglable à la main, mais bien des automobilistes ne l'utilise pas correctement, c'est pourquoi dans les moteurs à régime peu élevé elle est fixe. Pour les autres on la rend plutôt réglable automatiquement et on ajoute quelquefois un correcteur manuel de réglage.

L'avance automatique se fait :

en fonction directe de la vitesse par régulateur centrifuge;

en fonction inverse de la charge par régulateur à dépression.

Régulateur centrifuge. — Ce mode de régulation adopté dans tous les dispositifs d'allumage actuels, se trouve placé dans la tête d'allumage qui reste fixe, l'avance résultant dans ce cas, d'un décalage des cames et de l'arbre central de distribution.

Un régulateur centrifuge se compose de deux masse excentrées ou masselottes articulées, montées avec des ressorts de rappel. Une de leurs extrémités se trouve réunie à un plateau solidaire de l'arbre central.

Lorsque le moteur tourne, sous l'effet de la force centrifuge, les masselottes tendent à s'éloigner de l'arbre central et dans leur déplacement entraînent la came de rupture qui n'est plus solidaire de l'arbre, mais montée librement, à frottement doux.

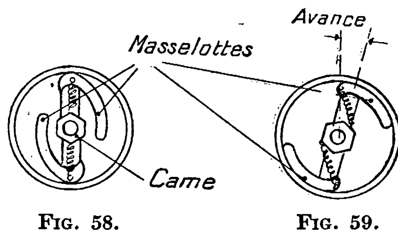


FIG. 58. FIG. 59.

La *figure* 58 nous indique la position des masselottes au repos et la *figure* 59 leur position à régime élevé. Les profils des masselottes et les ressorts sont déterminés de façon que le déplacement de la came corresponde à la courbe optimum exigée par le moteur.

Régulateur à dépression. — Dans ces régulateurs, appelés aussi freins à dépression, on utilise la diminution de la dépression d'aspiration, qui existe dans la tuyauterie d'admission lorsque la pression exercée sur l'accélérateur augmente, pour réduire l'avance proportionnellement à l'accroissement de la charge.

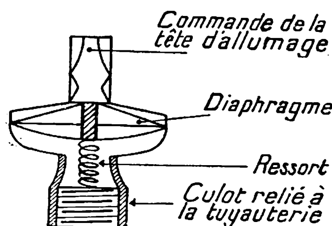


FIG. 60.

Le régulateur à dépression comporte un plongeur maintenu dans un cylindre relié à la tuyauterie qui freine le régulateur centrifuge en fonction de la diminution de dépression. Il peut aussi être constitué d'un soufflet ou diaphragme souple qui, comme dans l'avance à main, décale par un moyen mécanique le carter de son support ou le plateau supportant le rupteur (*fig.* 60).

Les bougies. — Pour réaliser un allumage correct, il ne suffit pas, grâce à un réglage convenable, que l'étincelle éclate au bon moment, il convient encore qu'elle ait la qualité voulue et pour cela que les bougies répondent à certaines conditions.

Une bougie dont l'aspect nous est donné par la *figure* 61 comporte deux électrodes isolées pour la haute tension des courants qu'elles véhiculent. Leurs extrémités en forme de pointes sont suffisamment voisines (0,4 à 0,8 mm) pour qu'entre elles, jaillisse une étincelle.

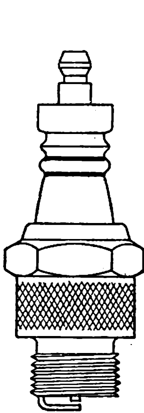


FIG. 61.

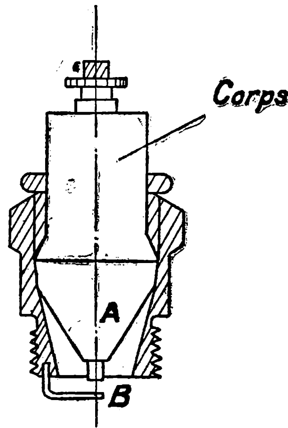


FIG. 62.

L'électrode centrale A (voir *fig.* 62), se trouve réunie par l'intermédiaire du distributeur à la bobine d'allumage. Elle est constituée par une tige généralement filetée et en alliage nickel, dont une extrémité sort sur la tête de la bougie. Cette extrémité de la tige supporte un écrou permettant de bloquer le conducteur d'amenée du courant. Elle est isolée du culot par un matériau à haut pouvoir diélectrique ne risquant pas d'être endommagé par les variations brusques de température : la stéatite, ou des isolants synthétiques (le corundite par exemple). Celui-ci constitue le corps de la bougie.

L'électrode B dite « de masse » car elle se trouve en contact direct avec celle-ci, se soude ou se sertit dans la base d'acier de la bobine qui vient se visser sur le cylindre. A noter que certaines bougies comportent deux électrodes de masse.

La liaison entre corps de bougie et culot doit être complètement étanche. Certaines bobines ont leur culot scellé avec la stéatite par un ciment spécial. D'autres, susceptibles d'être démontées, utilisent des joints étanches en cuivre garni d'amiante, bloqués au moyen d'un écrou rapporté. Il importe que la partie filetée du culot soit de longueur égale à la profondeur du bossage existant dans le cylindre.

L'étanchéité à toutes les températures représente une des qualités primordiales d'une bougie. Elle ne s'obtient pas sans peine. Il convient que métal et céramique présentent des coefficients de dilatation aussi voisins que possible. D'autres qualités sont également requises pour l'isolant : résistance aux hautes pressions développées dans les cylindres et stabilité de la résistance d'isolement malgré les fortes variations de température qui par ailleurs ne doivent provoquer aucunes fissures de la matière.

L'étincelle et les gaz chauds engendrent l'échauffement des électrodes et en particulier de l'électrode centrale qui se trouve calorifugée par l'isolant. Lorsqu'il dépasse certaines limites cet échauffement devient néfaste, car il provoque l'inflammation du mélange avant l'éclatement de l'étincelle, ou suivant le terme consacré, des auto-allumages. Ceci pose un problème sérieux pour la fabrication des bougies. On peut limiter l'échauffement en réduisant l'écart entre pointes, car plus l'étincelle est longue, plus la température s'élève, mais en procédant ainsi on diminue en même temps l'efficacité de l'étincelle, aussi on agit plutôt sur la forme et les dimensions du corps de bougie pour améliorer le refroidissement.

A chaque moteur conviennent des bougies bien déterminées en fonction de la compression du moteur et des conditions de refroidissement dépendant de la forme de la culasse et de l'emplacement des bougies. Plus la compression est élevée plus la bougie doit se refroidir facilement.

Les conditions différentes auxquelles doivent répondre les bougies, les font classer d'après leur résistance thermique en deux types :

— Les *bougies froides.*

— Les *bougies chaudes,* ces dernières possédant comme l'indique la *figure* 63, leur partie isolante entrant dans le cylindre, plus longue.

Les bougies froides conviennent pour les moteurs poussés et les bougies chaudes pour les moteurs dont le régime est peu élevé.

En règle générale il convient d'adopter les bougies les plus chaudes que le moteur puisse accepter sans auto-allumage. Des bougies trop froides rendent les départs à froid difficiles, elles sont affectées par les remontées d'huile et s'encrassent facilement si leur température n'atteint pas celle dite « d'auto-décrassage ».

Il est impossible que les électrodes des bougies ne soient atteintes par des particules d'huile et de charbon et cela d'autant plus que le moteur est usagé. Cependant si l'échauffement de la bougie est grand, les résidus se trouvent brûlés et l'encrassement réduit.

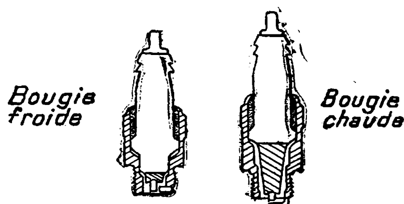


FIG. 63.

L'encrassement engendre deux inconvénients sérieux. S'il s'agit de résidus charbonneux on peut redouter un court-circuit, car ils sont bons conducteurs. Ils peuvent, soit former une couche conductrice en se déposant sur l'isolant, soit réduire l'espace entre pointes des électrodes, et même les mettre en court-circuit. Au contraire les particules d'huile possèdent un pouvoir isolant et lorsqu'elles s'amassent sur les électrodes, opposent une résistance à l'éclatement de l'étincelle. Dans les deux cas, suivant l'épaisseur d'encrassement la bougie ne fournit plus d'étincelle ou une étincelle insuffisante.

Ecartement des électrodes. — L'écartement entre pointes des électrodes d'une bougie ne doit pas descendre en dessous de 4/10e de mm, mais cette valeur, suivant les caractéristiques des moteurs, peut être augmentée.

En règle générale il faut retenir qu'une bougie dont l'écartement des pointes est trop faible risque de s'encrasser plus rapidement et que l'étincelle peut ne pas être assez chaude pour fournir un bon allumage. En revanche avec un écartement trop important, l'étincelle ne peut jaillir entre électrodes, ou tout au moins l'allumage se fait difficilement et il en résulte un échauffement de la bougie et des ratées au moteur.

Montage des bougies. — Il ne suffit pas d'adopter une bougie et un écartement convenables, il est également indispensable que les bougies soient bien bloquées dans les bossages des cylindres et que les joints assurent une étanchéité parfaite, afin d'éviter toutes fuites de gaz.

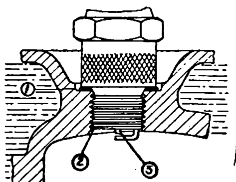


Fig. 64.

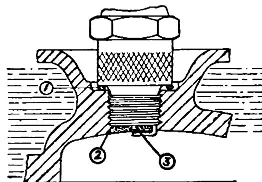


Fig. 65.

La *figure* 64 représente le montage correct d'une bougie et la *figure* 65 le montage incorrect. Elles sont extraites du catalogue des bougies « Champion » et illustrent d'une façon explicite la liaison qu'il convient de réaliser entre bougie et cylindre.

Le parafoudre. — Si par suite d'un défaut de la bougie ou d'une rupture dans le câblage l'étincelle n'éclate plus dans une bougie, on peut redouter une surtension dangereuse pour l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage.

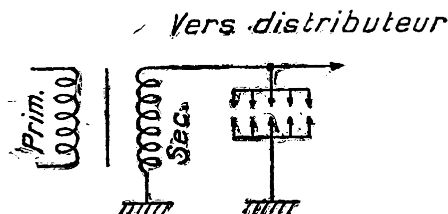


Fig. 66.

Afin d'éviter cet accident on branche, en parallèle avec le bobinage, un parafoudre ou éclateur de sécurité. Comme les bougies le parafoudre comporte des électrodes entre lesquelles peut jaillir une étincelle, mais la distance entre électrodes se règle à une hauteur un peu plus grande de façon que l'étincelle éclate normalement dans la bougie et jaillisse au parafoudre seulement lorsque la bougie ne remplit plus son rôle.

Les parafoudres comportent généralement plusieurs pointes par où s'écoule le courant. Ils se branchent dans le circuit suivant les indications de la *figure* 66.

Allumage par magnéto.

Principe. — La magnéto se classe dans les générateurs d'énergie. Le courant au lieu d'avoir pour source, comme dans le système d'allumage précédent, une batterie, est engendré par la rotation d'un bobinage entre les pôles d'un aimant permanent — magnéto à induit tournant — ou inversement par la rotation d'un aimant avec un bobinage induit fixe — magnéto à induit fixe. — Dans les deux cas l'entraînement du rotor (où si l'on préfère de la partie mobile) de la magnéto, s'effectue au moyen d'un arbre commandé par le moteur.

La magnéto à haute tension, la seule qui soit encore employée pour l'allumage, joue le même rôle que la bobine d'allumage et présente beaucoup d'analogie avec elle, du fait que son enroulement induit constitue le primaire d'un transformateur dont le secondaire à grand nombre de spires, fournit le courant à haute tension. Par ailleurs le courant dans l'enroulement induit prend naissance suivant le phénomène expliqué à propos de la dynamo, cependant dans la magnéto l'inducteur n'est plus un électro-aimant, mais un aimant permanent.

Magnéto à induit tournant. — Le circuit magnétique de l'induit est constitué par un barreau en fer doux feuilleté, avec les extrémités en forme de T comme le représente la *figure* 67. Sur ce barreau se trouve enfilé un support isolant où sont bobinés, l'un sur l'autre, les enroulements primaire (P) et secondaire (S) réalisés en fils de cuivre émaillés. Plus encore que les bobines d'allumage, ces enroulements exigent une imprégnation impeccable assurant leur isolement et les maintenant en un bloc compact résistant aux effets de la force centrifuge qu'ils ont à supporter du fait de leur grande vitesse de rotation.

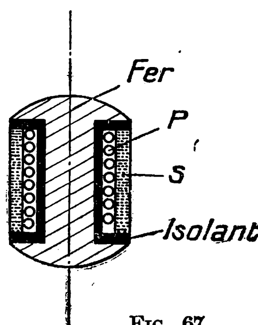


FIG. 67.

L'inducteur a la forme classique en fer à cheval, terminé par

deux masses polaires (*fig.* 68). Le maximum de courant est obtenu quand l'axe de l'induit se trouve vertical, ce qui correspond à la position indiquée par la *figure* 68. C'est au moment où l'induit atteint cette position que doit s'effectuer la rupture du courant pour engendrer l'extra-courant de rupture susceptible de fournir l'étincelle voulue.

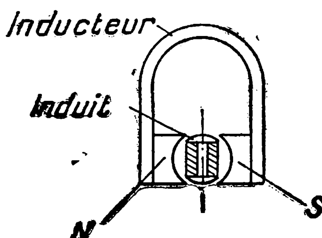


Fig. 68.

Dans ces magnétos le rupteur et le condensateur forment avec l'induit un seul bloc et le courant secondaire est recueilli par un charbon frottant sur un anneau en cuivre réuni à une extrémité du secondaire, l'autre étant reliée à la masse.

Magnéto à induit fixe. — Dans la magnéto précédemment décrite nous avons des pièces très délicates qui tournent à grande vitesse (jusqu'à 7 000 tours). On conçoit donc aisément tout l'avantage obtenu en donnant au contraire le mouvement de rotation à l'aimant. Mais ceci n'est possible qu'avec des aimants permanents à champ coercitif élevé et il a fallu les progrès réalisés dans la fabrication des nouveaux alliages pour permettre la construction des magnétos à aimant tournant.

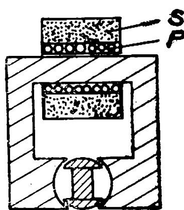


Fig. 69.

Comme on peut le voir sur la *figure* 69 c'est entre le circuit magnétique de l'induit que tourne l'aimant permanent. Le courant qui prend naissance dans l'enroulement primaire est appliqué au rupteur dont le linguet se trouve sur la partie fixe de la magnéto, mais l'arbre à cames est rattaché à l'aimant dont il suit le mouvement de rotation.

Magnéto à volets. — Certaines magnétos possèdent à la fois un inducteur et un induit fixes, la variation du flux étant obtenue par la rotation autour de l'axe de l'induit de « volets » en fer doux, placés dans l'entrefer existant entre les pièces polaires de l'aimant inducteur et l'induit, comme l'illustre la *figure* 70. L'induit ressemble à celui d'une magnéto à induit mobile, mais avec de plus petites dimensions afin de laisser un espace pour le logement des volets.

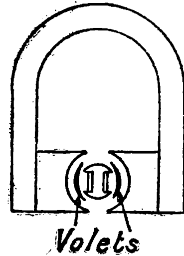


Fig. 70.

Avec ces magnétos on obtient par tour de volets quatre variations du champ magnétique ce qui permet d'obtenir quatre étincelles et les rend particulièrement intéressantes. Elles fournissent un nombre égal d'étincelles aux magnétos à aimant permanent à quatre pôles, ceci explique pourquoi, les unes et les autres, sont adoptées de préférence pour les moteurs à 8 ou 12 cylindres.

Il existe des magnétos à volets dont l'induit et l'inducteur sont disposés comme ceux d'une magnéto à aimant tournant, elles portent le nom de « magnétos à inducteur ».

Magnéto « Vertex ». — Ce type de magnéto se présente sous l'aspect d'un distributeur d'allumage par batterie. Elle peut ainsi se loger facilement à la place de ce dernier lorsqu'on désire lui substituer un allumage par magnéto.

Allumage mixte.

L'allumage par batterie possède des avantages indéniables qui lui assurent une plus grande faveur qu'à l'allumage par magnéto. Cependant ce dernier par son indépendance de la batterie, dont il ne redoute pas le mauvais état et par ailleurs par son meilleur rendement aux régimes élevés, présente un intérêt dans certains cas. Il était donc logique de penser à réunir les avantages des deux systèmes et à munir les voitures d'un double allumage. Mais forcément le prix d'un tel dispositif est élevé et son emploi de ce fait assez limité.

Les principaux systèmes combinés sont l'Alco et le Voltex. L'allumage par batterie en fonctionnement normal se superpose à l'allumage par magnéto, le primaire de la magnéto pouvant être monté en série avec la batterie. La magnéto peut cependant fournir seule l'allumage en cas de panne de la batterie.

Entretien.

Qu'il s'agisse d'un allumage par batterie ou magnéto, les soins à donner au rupteur, au distributeur et aux bougies ne présentent aucune différence dans l'un ou l'autre cas.

Les vérifications principales à effectuer sur le rupteur se rapportent à l'écartement et à la propreté des vis platinées.

Deux causes provoquent le déréglage des contacts : l'usure des vis, ou le desserrage de l'écrou qui les maintient. Certaines vis en acier ont une durée assez limitée, cependant en général une usure rapide des vis provient d'un condensateur défectueux.

Les contacts, comme toutes les autres parties du rupteur, se nettoient avec un chiffon propre imbibé d'essence, puis s'essuient avec un linge sec et fin. Il ne faut pas oublier que des particules métalliques ou de l'eau sont susceptibles de mettre à la masse le support du contact qui doit en être isolé, et qu'au contraire les poussières charbonneuses augmentent la résistance de contact. Il est recommandé pour faire disparaître toutes les poussières d'introduire entre les vis un carton dur et de le remuer en l'appuyant légèrement sur le linguet.

L'écartement entre contacts doit être compris entre 0,3 et 0,4 mm au moment de la rupture. Pour le régler on dessert le contre-écrou et on agit sur le contact fixe en vérifiant la hauteur au moyen d'une cale calibrée en acier dur, puis on rebloque le contre-écrou.

Lorsque les contacts sont légèrement attaqués on peut les gratter avec un couteau, mais il est préférable quand on le peut, de les redresser à la meule afin que les contacts portent bien l'un sur l'autre. Il n'est pas indiqué d'utiliser pour cette opération de la toile émeri ou du papier de verre, en raison des particules qui peuvent se détacher et se loger dans les contacts.

Il convient de vérifier lorsque la voiture est restée longtemps à l'humidité si le bossage en fibre n'est pas coincé, pour faire disparaître ce défaut on graisse modérément et on chauffe un peu.

En ce qui concerne le distributeur il convient de nettoyer les logements des fils de bougies et de vérifier si le balai de charbon en frottant ne s'est pas usé et s'il n'y aurait pas de la poussière de charbon répandue à l'intérieur qui pourrait faire un chemin conducteur entre plots. Ces dépôts charbonneux disparaissent en les frottant avec un peu d'huile. Toute condensation d'huile doit être grattée.

Le graissage de l'arbre de l'allumeur se fait soit avec de l'huile, soit avec de la graisse consistante suivant le système de graisseur. Cependant certaines têtes d'allumeur ne comportent pas de graisseur, celui-ci étant remplacé par une petite poche intérieure remplie d'huile. Dans ces conditions aucun graissage n'est exigé sauf dans le cas de démontage.

Il importe enfin de graisser la queue de l'allumeur s'il existe une avance réglable à la main, afin que la commande d'avance se fasse sans difficulté.

Dans l'ensemble il faut graisser assez souvent (tous les 2 000 km), mais toujours modérément, afin de ne pas courir le risque que l'huile se répande sur les contacts du rupteur.

La matière moulée du chapeau doit être maintenue sèche et propre. Cependant il arrive qu'à la longue elle devienne conductrice sous l'influence des vapeurs huileuses, de l'état hygrométrique de l'air et de la malignité des choses. Il s'ensuit un claquage de l'étincelle à l'intérieur du distributeur ; celle-ci n'étant pas visible, la panne est difficile à déceler.

Parmi les organes d'un dispositif d'allumage, ce sont les bougies qui réclament le plus de soins, du fait de leur encrassement plus ou moins rapide, mais inévitable. Avec certaines voitures, la Simca 5 par exemple, l'état des bougies a une grosse importance. Il importe de les démonter et nettoyer souvent, céramique comprise, avec une brosse ou un chiffon imbibé d'alcool ou d'essence, il ne faut pas cependant gratter trop énergiquement les pointes. On recommande pour un nettoyage plus complet de verser de l'alcool à l'intérieur et de le laisser séjourner 20 à 30 minutes, puis avec un chiffon enroulé sur une tige métallique on frotte la bougie puis on l'essuie soigneusement. Les dépôts rougeâtres sur la céramique résultant de l'emploi de certaines qualités d'essence doivent aussi être grattés, car diminuant la résistance d'isolement, ils risquent d'engendrer des ratées.

Les bougies sont d'un accès facile et leur démontage et remontage peuvent être faits, en suivant les prescriptions de la *figure* 64, par un novice, mais afin d'éviter de fêler la porcelaine, il convient de se servir de clefs spéciales pour les visser et les dévisser et par ailleurs de vérifier que la tige centrale reste fixe. L'écartement entre pointes, doit être ajusté avec une cale en courbant uniquement l'électrode latérale.

Malgré tous les soins que l'on peut avoir il importe néanmoins de changer les bougies tous les 15 000 à 20 000 km au maximum.

Il est prudent d'avoir un jeu complet de bougies de rechange

car en dehors des accidents qui exigent leur remplacement, il arrive avec certaines voitures — et non des moindres — que si les bougies sont mouillées d'essence par suite d'une action trop énergique sur le starter, qu'il n'y ait rien à faire pour mettre le moteur en route et que la seule solution consiste dans le changement du jeu.

Si des indications ne sont pas gravées sur le bloc ou le chapeau du distributeur, il convient avant de se livrer aux travaux que nous venons d'indiquer, de repérer les fils sortant du distributeur avec les bougies respectives.

En plus des bougies, pour éviter les pannes d'allumage, il est prudent de posséder un condensateur et une tête de distributeur de rechange, de même qu'une bobine d'allumage dans le cas d'un allumage par batterie.

Comme pour tous les circuits électriques, il importe de s'assurer que les raccords haute et basse tensions sont faits par de bons contacts, de bloquer les bornes et de vérifier les prises de masse, en particulier la mise à la masse du boîtier de la tête d'allumage. Il faut aussi contrôler si le contacteur d'allumage ne s'échauffe pas par suite d'un mauvais contact et si l'isolement des conducteurs haute tension ne présente aucun défaut. Enfin il est prudent de vérifier s'il y a lieu, la fixation du condensateur et de la bobine d'allumage.

Entretien des magnétos. — Les magnétos réclament des soins analogues à ceux que nous avons indiqués à propos des dynamos. Il convient de les graisser modérément en utilisant de l'huile fine. Deux ou trois gouttes dans chaque graisseur, tous les 3 000 km, suffisent pour assurer leur graissage.

S'il s'agit de magnétos à induit tournant, il convient de nettoyer le collecteur et le balai. Pour cela, comme pour tout démontage des magnétos de leur socle, il faut retirer du distributeur les fils des bougies, enlever la calotte du distributeur en ayant soin de repérer le plot sur lequel se trouve le balai du distributeur, afin de ne pas modifier le calage au remontage. Il importe aussi de ne pas faire tourner le moteur durant la période de temps comprise entre le montage et le remontage, afin que la distribution aux bougies ne subisse pas d'inversion.

Enfin qu'il s'agisse d'un allumage par magnéto ou par batterie, il faut noter que le réglage correct de l'avance a une très grande importance et doit être sérieusement vérifié par un spécialiste au moindre signe de défaillance.

CHAPITRE III

L'ÉCLAIRAGE

Les voitures possèdent au minimum trois éclairages différents fournissant une lumière blanche ou jaune pour renforcer leur action dans le brouillard. Nous trouvons :

un éclairage route très puissant ;

un éclairage code, conforme au code de la route, c'est-à-dire suffisant pour conduire et non aveuglant ;

un éclairage ville.

Ces trois fonctions sont assurées par deux ou trois lampes placées dans chaque phare et commandées par des circuits distincts sur lesquels agit un commutateur unipolaire.

Les lampes pour voiture sont analogues aux lampes d'éclairage normales, leur filament est métallique et leur ampoule vidée d'air ou remplie d'azote pour les modèles de grande puissance. Seulement la résistance de leur filament est prévue pour qu'elles deviennent incandescentes avec une tension de 6 ou 12 volts, car ces lampes se branchent toujours en parallèle sur le circuit principal, c'est-à-dire entre les pôles de la batterie. La liaison avec cette dernière s'établit à travers l'ampèremètre afin que le débit absorbé par les lampes puisse être constamment contrôlé.

Ces lampes sont toujours avec culot baïonnette, à deux ou trois ergots, cependant nous trouvons deux dispositions des sorties du filament illustrées par les *figures* 71 et 72. Sur la *figure* 71 nous voyons que celui-ci est sorti par deux plots isolés du support. Au contraire, *figure* 72, nous n'avons qu'un plot au centre, l'autre extrémité étant réunie au support, de cette façon, le circuit se ferme avec la masse à travers la douille.

Lorsque l'éclairage s'obtient avec seulement deux ampoules dans les phares, une des lampes comporte deux filaments, pouvant être commandés séparément ainsi qu'on peut le constater sur la *figure* 73, l'un correspond à la lampe pour feux de route et l'autre à la lampe-code.

La puissance des lampes de route varie entre 15 et 30 watts et celle des lampes des feux de position, entre 5 et 10 watts.

L'efficacité d'un phare n'est pas uniquement fonction de l'intensité lumineuse de l'ampoule, elle dépend beaucoup de la direction des rayons lumineux qui doivent être concentrés par une lentille ou par un réflecteur.

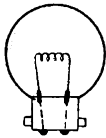


FIG. 71.

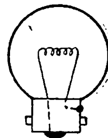


FIG. 72.

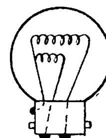


FIG. 73.

Afin d'obtenir un éclairage parfait, il convient d'utiliser un réflecteur parabolique et une ampoule avec un filament concentré exactement au foyer du miroir. Ceci nous fournit l'éclairage de grande puissance susceptible d'éclairer la route, par temps non brumeux, à une centaine de mètres.

Pour réaliser l'éclairage conforme au code, la deuxième ampoule, ou le deuxième filament, ne se trouve plus placé dans le foyer, mais orienté de façon à donner un faisceau lumineux dirigé vers le bas, de façon qu'à une hauteur du sol, supérieure à un mètre, on ne puisse être ébloui. Quelquefois la lumière de la lampe-code se trouve digirée par une petite lentille placée devant elle.

Branchement. — La disposition générale d'un circuit d'éclairage nous est fournie par la *figure* 74. Nous pouvons voir que chaque circuit comporte un fusible protégeant les lampes contre les surtensions provoquées par un mauvais fonctionnement du régulateur. Ces fusibles sont généralement constitués par un tube en verre enfermant un fil d'argent ou de plomb, et réunis dans une boîte à fusibles.

Le câblage ne présente aucune complication, un fil part du circuit principal et aboutit au commutateur, des plots de celui-ci

partent trois conducteurs allant vers chaque groupe de lampes et tous les retours s'effectuent par la masse.

Réglage. — Les phares actuels ne comportent plus de douilles réglables, seule l'orientation des projecteurs demande un réglage.

Ce réglage s'effectue de la façon suivante : on arrête la voiture la nuit devant un mur éloigné d'une vingtaine de mètres. On commence par masquer chaque phare l'un après l'autre pour déterminer si les taches lumineuses s'inscrivent sur le mur avec la même intensité et la même netteté. Cependant il faut tenir compte que certains phares de droite sont normalement prévus avec une orientation de leur faisceau accentuée vers le sol, ceci

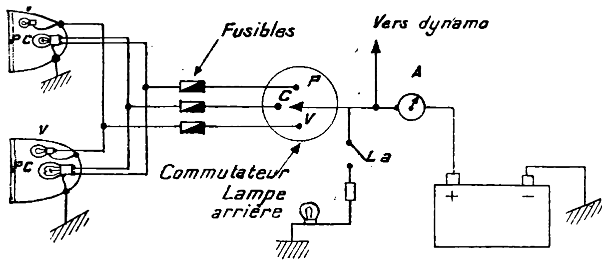


Fig. 74.

pour éviter l'éblouissement aux croisements où il devient particulièrement dangereux. Ensuite, l'ampoule étant alimentée pour l'éclairage code on vérifie si les deux taches lumineuses se confondent, sans tache sombre au centre du faisceau et si leur hauteur ne dépasse pas un mètre.

Entretien. — Au point de vue électrique, l'entretien est nul. On peut de temps en temps par précaution vérifier si les connexions sont fixées rigidement et bien isolées et s'il n'y a pas de mauvais contacts, d'une part, des fusibles dans leurs alvéoles et, d'autre part, des lampes sur leurs supports.

Ce qui importe, c'est de maintenir le miroir des phares brillant. Il convient pour cela d'utiliser une peau de chamois et de faire bien attention de terminer en frottant du centre vers les bords afin de ne laisser aucune trace circulaire qui se répercuterait sur le faisceau lumineux.

Il se peut que par manque d'étanchéité le projecteur se trouve

gras, on enlèvera la graisse en frottant avec des tampons d'ouate, imbibés d'un mélange de blanc d'Espagne et d'eau vinaigrée. Cette opération est assez longue aussi il convient de veiller d'abord à l'étanchéité.

Les vitres qui obturent les projecteurs doivent également être parfaitement propres. Comme toutes les vitres on les nettoie avec un linge imbibé d'alcool, de blanc d'Espagne ou de tripoli. Lorsque les éclaboussures d'huile séchées par la chaleur ne disparaissent pas, on utilise de l'acide chlorydrique dont on imbibe un chiffon de laine avec lequel on frotte énergiquement les parties maculées.

Circuits d'éclairage de moindre importance. — Aux circuits d'éclairage obligatoires pour les voyages de nuit, s'ajoutent, pour la commodité et la sécurité de la conduite, quelques autres circuits commandant :

— la lampe arrière (feu rouge) ;

— les feux de position placés sur les ailes ;

— les lampes d'éclairage intérieur du tableau de bord et du plafonnier ;

— la lampe baladeuse d'un grand secours en cas de panne nocturne et qu'il faut prévoir avec un fil suffisamment long pour pouvoir éclairer la voiture sur tous ses côtés.

S'il n'existe pas sur la voiture de prise spéciale ou de douille amovible destinées à la lampe baladeuse, nous recommandons d'installer une prise sur le tableau et de la commander par l'interrupteur de la lampe de bord. De cette façon la prise n'est pas normalement sous tension et l'adjonction de cette lampe s'effectue sans augmenter le nombre, déjà considérable, de conducteurs.

Certaines voitures sont équipées d'un phare anti-brouillard, fixé à l'avant de la voiture, aussi bas que possible. Il fournit une lumière jaune qui traverse plus aisément le brouillard et ses rayons se trouvent orientés parallèlement et près du sol, où le brouillard est toujours moins épais.

Il existe aussi de petits phares supplémentaires tournants. Ils peuvent être dirigés à droite ou à gauche au gré du conducteur et lui permettent ainsi de lire la nuit, sans difficulté, les plaques indicatrices.

Le « Stop » et les indicateurs de direction basculants, utilisent également des lampes d'éclairage.

La lampe éclairant le mot « stop » s'allume lorsque le conducteur appuie sur la pédale et qu'il actionne un levier fixé sur la tige du frein et agissant sur un interrupteur.

Quant aux flèches de direction elles sont généralement commandées par un commutateur à deux directions, fixé sur le volant. Nul n'ignore qu'elles se fixent sur les montants avant, de droite et de gauche. Le redressement horizontal de la flèche s'obtient grâce à un électro-aimant qui agit en même temps que s'allume la lampe lorsque le conducteur manœuvre le commutateur et ferme le circuit. La coupure du courant se fait souvent automatiquement, après quelques secondes, par l'intermédiaire d'un relais empêchant de laisser par inadvertance, la flèche en position horizontale, ce qui peut arriver en cas de commande d'arrêt manuelle.

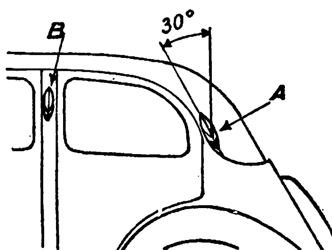


Fig. 75.

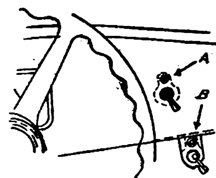


Fig. 76.

Il existe aussi des indicateurs de direction à clignoteurs (Jockey Scintex) qui se placent verticalement suivant la position A de la *figure* 75 ou légèrement inclinés, position B.

Le clignotement qui rend l'indicateur particulièrement visible s'obtient grâce à un thermostat qui interrompt automatiquement le passage du courant. Le thermostat est contenu dans le commutateur. Ce dernier se place sur le tableau de bord dans la position A, ou, lorsque la forme du tableau ne le permet pas, on le monte sur une ferrure, comme indiqué au point B de la *figure* 76.

Pour tourner à droite et allumer le feu correspondant, le conducteur manœuvre le commutateur à droite, et inversement à gauche, s'il s'agit d'aller vers la gauche. En même temps s'allume devant lui, une lampe témoin, qui lui rappelle, le virage terminé, qu'il doit éteindre sa lampe.

Ces indicateurs utilisent des lampes de 10 watts, ils comportent également une ampoule pour feu de position dont la commande se fait normalement par contact ou tirette.

Comme les autres circuits d'éclairage, ces derniers doivent comporter un fusible de protection, calibré suivant l'intensité absorbée. Le retour du courant s'effectue toujours par le châssis.

Le remplacement d'une lampe doit toujours être fait en tenant compte de la tension de la batterie et de la puissance nominale de l'ampoule d'origine.

CHAPITRE IV

AVERTISSEURS ET ESSUIE-GLACES

Les avertisseurs électriques ou klaxons ont complètement détrôné les autres systèmes. Dans beaucoup d'avertisseurs le son s'obtient par vibrations à fréquence acoustique d'une plaque métallique ou membrane, devant laquelle on place un résonateur. Sur ce principe sont basés :

les avertisseurs à vibreur ;
les avertisseurs électro-magnétiques ;
les avertisseurs électro-mécaniques ;
les avertisseurs électro-pneumatiques.

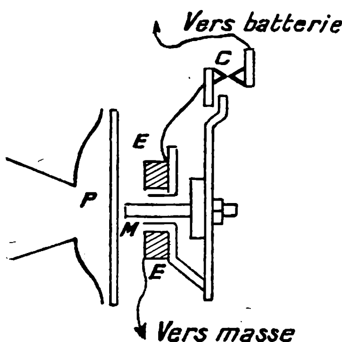


Fig. 77.

Les **avertisseurs à vibreur** utilisent comme les sonneries normales, ainsi qu'on peut le voir sur la *figure* 77, un marteau M solidaire de l'armature d'un électro-aimant E. Ce marteau vient

frapper sur une plaque métallique P, à ce moment le déplacement de l'armature provoque la coupure du courant au point C. L'électro-aimant n'étant plus excité, l'armature reprend sa place initiale, le passage du courant se trouve rétabli et un nouveau cycle commence. Sous les coups répétés du marteau, la plaque P se met à vibrer et engendre des sons.

Les avertisseurs à vibreur sont peu puissants et conviennent seulement pour la ville.

Les **avertisseurs électro-magnétiques,** dits à haute fréquence, en raison de la note élevée qu'ils émettent, diffèrent des précédents par la disposition de l'armature et de la membrane qui, dans ce cas, sont solidaires. Ce sont alors les variations du flux magnétique qui provoquent les vibrations de la membrane reliée d'autre part à un disque de résonance, pour la production d'harmoniques donnant au son un timbre particulier. Il est préféré au premier en raison de son efficacité et de la note agréable qu'il émet, facilement canalisée dans la direction avant du véhicule. Sa consommation est de l'ordre de 6 ampères, 6 volts, ou 3 ampères, 12 volts.

Un condensateur pour étouffer les étincelles néfastes à la durée des contacts, complète généralement l'installation. Nous trouvons aussi quelquefois une bobine qui peut à volonté être intercalée dans le circuit et faire office de sourdine pour l'emploi en ville.

La fixation des avertisseurs de ce genre demande à être faite avec soin, ils exigent aussi que leur entrefer, c'est-à-dire l'espace d'air entre le circuit magnétique de l'électro-aimant et l'armature, soit réglé à une valeur convenable, 1 à 5 /10e suivant les modèles. Cependant cet entrefer est en général parfaitement réglé par le constructeur et il vaut mieux n'y pas toucher.

Les **avertisseurs électro-mécaniques** comportent un petit moteur série ayant à l'axe de son induit une roue à rochets dont les dents viennent frapper l'extrémité d'un bouton en acier, rivé au centre de la membrane vibrante. Leur consommation est environ deux fois plus élevée que celle que nous avons indiquée pour le précédent modèle. Mais ils permettent d'obtenir les sons puissants nécessaires pour la route. Ils ne doivent pas pour cette raison être utilisés pour le trafic urbain.

Souvent les avertisseurs possèdent à la fois un moteur et un vibreur pouvant actionner une même membrane. Un commutateur permet d'appliquer le courant à l'un ou l'autre organe suivant le parcours emprunté.

Les avertisseurs électro-pneumatiques découlent d'un principe très différent de celui que nous avons indiqué pour les modèles précédents, car c'est la pression d'air qui excite leur membrane. Ils comportent un moteur actionnant une petite pompe à air munie d'ailettes, cette dernière alimente la membrane à air comprimé.

Ces avertisseurs, d'un prix élevé, équipent les voitures de luxe, ils émettent un son à la fois musical et puissant. Pour obtenir une note plus harmonieuse, certains modèles comportent deux dispositifs vibrant à des fréquences différentes, et qui, d'après le phénomène des battements, fournissent une fréquence acoustique égale à la différence des fréquences émises. Leur consommation plus importante, de l'ordre de 14 ampères sous 6 volts, et 7 ampères sous 12 volts, peut entraîner une chute de tension appréciable.

Branchement. — Les avertisseurs consommant tous un courant assez élevé sont généralement branchés comme les démarreurs, directement sur la batterie, le plus près possible de celle-ci, afin de diminuer la longueur du câble et la chute de tension. Les indications fournies par l'ampèremètre ne comprennent donc pas leur consommation.

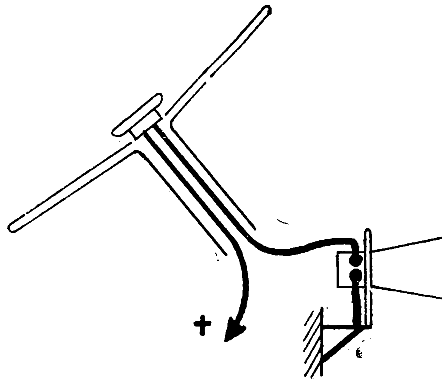


FIG. 78.

Il existe deux façons de brancher les avertisseurs illustrées par les *figures* 78 et 79. Sur la *figure* 78, où la commande se fait sur le fil positif, nous avons représenté la connexion de masse,

voisine de l'avertisseur, mais si à cet endroit la masse n'est pas franche il faut allonger la connexion jusqu'au point du châssis convenable.

Cependant le montage avec commande sur le négatif offre beaucoup plus d'intérêt (*fig.* 79), car avec lui on ne risque aucun court-circuit dangereux entre la tige du volant et le fil dans le cas où ce dernier se trouve accidentellement dénudé, puisque l'un et l'autre sont au même potentiel. Un mauvais isolement ne présente que l'inconvénient de mettre l'avertisseur en fonctionnement continu, ce qui est beaucoup moins grave.

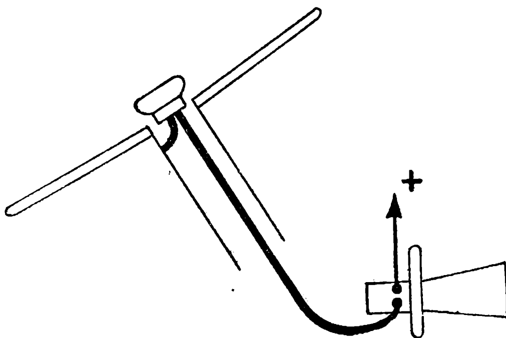


FIG. 79.

Certaines voitures (Matford par exemple) ont, afin d'éviter les connexions en gros fil et la chute de tension en ligne, leurs avertisseurs commandés par un relais placé tout auprès d'eux. Ce dispositif présente beaucoup d'analogie avec celui que nous avons décrit à propos des démarreurs.

Entretien. — L'entretien des avertisseurs à vibreur consiste dans la vérification et le nettoyage des contacts. Leur réglage s'effectue en vissant ou en dévissant plus ou moins l'armature que l'on bloque ensuite dans la position convenable au moyen d'un écrou.

Pour fonctionner correctement les avertisseurs électro-mécaniques demandent quelques soins supplémentaires, du fait de leur moteur, dont il faut vérifier la propreté du collecteur et les

contacts des balais, en procédant comme nous l'avons indiqué pour les dynamos. Il convient aussi de mettre tous les ans quelques gouttes d'huile dans les trous de leur graisseur.

Les avertisseurs électro-pneumatiques exigent eux aussi pour leur moteur les soins que nous venons d'indiquer.

Enfin il ne faut pas oublier que l'eau est l'ennemie des appareils électriques et qu'il convient, lors du lavage de la voiture, d'éviter soigneusement qu'elle se répande à l'intérieur du pavillon.

Essuie-glaces électriques. — L'essuie-glace, comme l'avertisseur, est un accessoire obligatoire ; il a pour mission de nettoyer une partie du pare-brise afin d'assurer au conducteur une visibilité suffisante même par temps de pluie. Il est constitué d'un ou deux balais (sorte de raclettes) animés, grâce à un bras

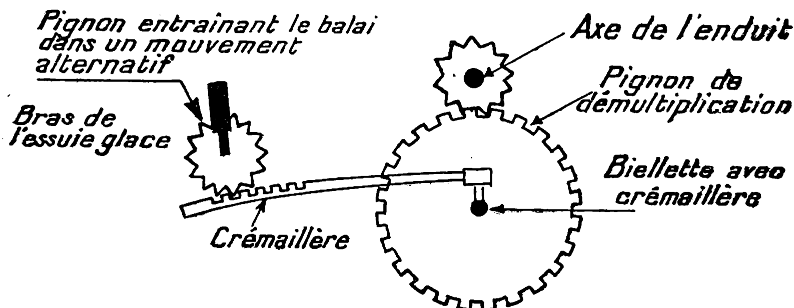


FIG. 80.

articulé autour d'un axe fixe, d'un mouvement alternatif sur le pare-brise ou ils s'appuient. Ils sont maintenus par un ressort réglé de façon qu'ils n'appuient ni trop, ni trop peu.

Dans l'essuie-glace électrique, dont le fonctionnement, contrairement aux autres dispositifs, est indépendant de la marche du moteur à essence, la propulsion est obtenue grâce à un petit moteur électrique dont le mouvement de rotation, transmis par un engrenage réducteur, se trouve transformé en mouvement de translation par un système à crémaillère analogue à celui que représente la *figure* 80. Sa consommation est d'environ 30 watts.

Branchement. — Le moteur est branché normalement sur le circuit principal, avec retour par la masse ainsi que l'indique la *figure* 81, le commutateur qui le met en action se trouve généralement sur l'appareil. Afin d'éviter les conséquences d'un oubli, on connecte le moteur en parallèle avec le dispositif d'allumage de cette façon le moteur s'arrête dès qu'on enlève la clef de contact.

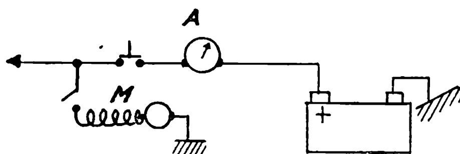


FIG. 81.

Entretien. — Les essuie-glaces demandent peu de soins. Leur mauvais fonctionnement a plutôt des causes mécaniques et en particulier un réglage défectueux des ressorts. Cependant il ne faut pas oublier qu'un manque d'huile peut entraîner le grippage de l'axe et que comme pour tout moteur il convient de nettoyer et d'ajuster les balais et surtout de vérifier le collecteur car il s'y colle une poussière conductrice mettant les lames en court-circuit, on l'enlève facilement en passant une épingle entre les lames.

Il arrive quelquefois que le côté « démultiplication », trop graissé avec de la « Valvoline », sous l'influence de la chaleur du moteur laisse couler en été, de la graisse, jusque sur le collecteur et les balais. Dans ce cas il convient de bien nettoyer ces derniers et de regraisser le démultiplicateur avec de la *graisse consistante.*

Si le démontage de l'essuie-glace est nécessaire, il faut le faire par le bon côté... car sans cela toutes les pièces tombent en pluie.

Le dégivreur. — Afin d'éviter que le givre se dépose sur le pare-brise et gêne le conducteur, certaines voitures sont équipées d'un dégivreur. Cet appareil comporte une résistance chauffante en fil résistant, alimentée par la batterie et placée de façon à chauffer l'air d'un canal de quelques millimètres, prévu entre le pare-brise et une deuxième glace.

Cet appareil ne nécessite aucun entretien, le seul accident pouvant lui arriver est, comme pour tout appareil de chauffage à résistance, la rupture de cette dernière.

CHAPITRE V

LES ACCESSOIRES NON INDISPENSABLES

Appareils à résistance chauffante. — Les voitures comportent des appareils électriques de moindre importance, tapis ou gants chauffants, conçus sur le même principe que tous les appareils de chauffage à résistance, mais avec des sections de fil résistant, de plus grand diamètre, en raison de la tension peu élevée dont on dispose.

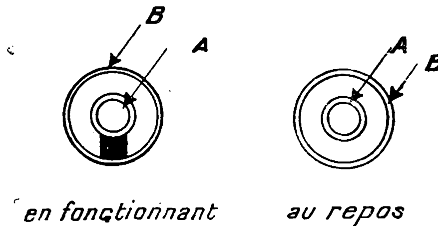


Fig. 82.

Il existe aussi dans la catégorie des appareils de chauffage, des préchauffeurs (le Gulf-Stream par exemple) constitués de résistances blindées de faible section. Ces dispositifs se placent généralement dans la partie inférieure en durite de la tuyauterie. Ils servent à faciliter le départ en hiver et à éviter le gel du moteur et se branchent sur un secteur 110 ou 220 volts, alternatif ou continu. Leur action est accrue en recouvrant le capot d'une couverture évitant la déperdition de chaleur.

Nous citerons également l'allume-cigare, constitué en général par un fil de platine que la mise sous courant porte au rouge. Cet accessoire peut être réalisé beaucoup plus simplement en utilisant un charbon de pile de lampe de poche que l'on met en le plaçant entre deux cylindres (voir *fig.* 82) dont l'un B, est réuni au pôle positif, et l'autre A, à la masse. Mais ce dispositif fonctionne que si on lui applique une tension de 6 volts, avec une batterie correspondante, il suffirait donc de faire une dérivation sur le circuit principal, mais si la voiture était équipée d'une batterie 12 volts, il conviendrait de sortir une prise après le troisième élément pour obtenir seulement 6 volts.

Jauge à essence électrique. — La jauge à essence électrique comprend un rhéostat ou un potentiomètre dont le curseur est actionné par un bras solidaire du flotteur. La résistance, dans ces conditions, change de valeur suivant la hauteur du liquide et modifie l'intensité du courant traversant deux bobines dont le champ varie dans la même proportion et entraîne la palette d'un équipage mobile comportant une aiguille se déplaçant sur un cadran gradué en litres.

L'indicateur de vitesse. — Il s'agit d'un organe mécanique et... souvent un peu électrique comportant un simple moteur à courants de Foucault. En cas de non fonctionnement il suffit souvent de graisser l'axe de l'aiguille pour le remettre en état.

Notons qu'au point de vue mécanique les engrenages se coincent si la voiture est restée sans rouler quelques mois et provoquent la rupture du câble. Il convient donc, après un arrêt prolongé, d'humecter avec du pétrole, puis de faire tourner à la main, petit à petit les engrenages se dégrippent. On graisse ensuite avec un mélange à 50 % de pétrole et d'huile auto.

Indicateur lumineux de pression d'huile. — Cet indicateur se rencontre sur certaines voitures, en particulier dans la marque Simca, il s'agit d'un manomètre qui, par une série de leviers, établit le contact ou le coupe sur une petite ampoule, pour une certaine pression. Le fonctionnement de cet organe n'offre pas une grande sécurité, il faut craindre de légères étincelles et une oxydation des contacts qui fait rester la lampe constamment allumée ou toujours éteinte.

Indicateur de température de l'eau du radiateur. — Il existe des indicateurs lumineux qui s'allument pour une température limite de l'eau, à ne pas dépasser. Ils sont basés sur le

principe des indicateurs de pression. Parfois ces deux indicateurs sont combinés, dans la Matford par exemple.

Protection contre l'incendie et le vol. — Pour éviter qu'à l'arrêt la voiture ne prenne feu par suite d'un court-circuit, que le voisinage de l'essence rend particulièrement dangereux, il est recommandé, pour n'importe quelle voiture, de prévoir un inter-

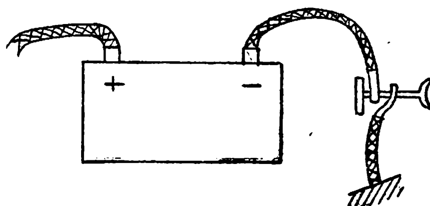


Fig. 83.

rupteur de batterie. Celui-ci se place, comme le représente la *figure* 83, dans le conducteur de liaison de la batterie à la masse. Il doit être de dimensions suffisantes pour supporter sans échauffement les fortes intensités qui le traverseront en fonctionnement. Cette précaution n'exclue pas celle des fusibles sur tous les appareils (sauf le démarreur et la magnéto).

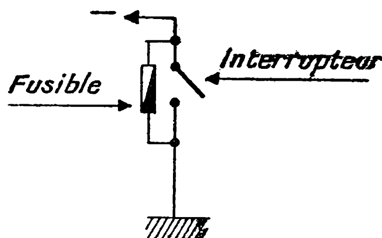


Fig. 84.

Cet interrupteur peut jouer le rôle d'anti-vol, à condition de le dissimuler. Cependant on peut réaliser de façon plus astucieuse un anti-vol en shuntant l'interrupteur de batterie par un fusible 15 à 20 ampères (*fig.* 84). Ainsi, même si l'interrupteur est ouvert, les appareils de bord (feux de positions, etc.) continuent de fonc-

tionner, mais en cas de démarrage, le plomb saute et le voleur dégoûté, croyant la batterie à plat, s'en va à pied. Bien entendu pour jouer son rôle le fusible doit être camouflé.

Puisque nous sommes sur le chapitre des anti-vols, ajoutons que pour augmenter la sécurité il convient de mettre la voiture en panne par plusieurs organes, car retirer seulement la clé de contact représente une précaution un peu illusoire, le voleur en ayant toujours une. On peut par exemple : ouvrir l'interrupteur batterie et en même temps retirer le linguet du distributeur et sortir suffisamment le câble de sortie haute tension de la bobine, juste pour qu'il reste un peu engagé mais ne fasse pas contact.

Transmission électromécanique. — Signalons aussi l'application de l'électromagnétisme à la commande du changement de vitesse avec les transmissions Cotal qui facilitent la conduite de la voiture.

Les boîtes de vitesse Cotal consistent en une combinaison de trains d'engrenages planétaires cycloïdaux avec des accouplements électromagnétiques permettant l'entraînement ou l'immobilisation à distance de ces trains. Elles comportent quatre vitesses et le changement d'une vitesse à une autre s'opère par l'interdiaire d'un petit combinateur placé en général sur le tube de direction. Seule la commande de la marche arrière s'effectue mécaniquement au moyen d'une tirette placée sur le tableau de bord. Les électro-aimants sont alimentés à basse tension par la batterie, leur excitation exige, du reste, relativement peu d'énergie.

CHAPITRE VI

LE CABLAGE

La liaison entre les différents organes de l'équipement électrique s'effectue au moyen de conducteurs en cuivre. L'aluminium ne peut dans ce cas fournir des résultats satisfaisants en raison de la difficulté d'obtenir de bons contacts et la faible conductibilité de ce métal qui oblige à adopter des sections de plus grande surface.

La section des conducteurs dépend de l'intensité qui les traverse. On peut admettre les sections du tableau ci-après pour avoir, aux intensités correspondantes, aucun échauffement, et une chute de tension minime.

Courant en ampères	*Section en mm²*
5	2
10	4
15	6
20	8
25	10
50	20
75	30
100	40

Pratiquement on utilise pour le câblage d'un équipement électrique, trois fils de sections différentes :

16 à 18 /10 pour la liaison des différents accessoires, des lanternes et de la partie basse tension de l'allumage ;

25 à 30 /10 pour les connexions des phares ;

55 /10 à 65 /10 pour la liaison de la batterie au démarreur d'une part et au châssis d'autre part.

Si nous comparons les intensités qui circulent dans ces différents conducteurs suivant leur utilisation, nous remarquons que la densité de courant admise pour les connexions du démarreur est plus élevée. Ceci résulte du fait que le démarreur ne fonctionne que très peu de temps et que les conducteurs ne risquent pas de s'échauffer.

Les canalisations doivent aussi répondre à des conditions d'isolement en rapport avec les tensions des circuits. A ce point de vue nous trouvons dans une installation électrique de voiture, deux sortes de conducteurs :

Les conducteurs *basse tension* conduisant directement aux appareils d'utilisation le courant 6 ou 12 volts de la batterie. Ils sont cependant isolés pour 2 000 volts par des tresses coton et une gaine caoutchoutée ou vernissée.

Les conducteurs *haute tension* réunissant le secondaire de la bobine d'allumage aux bougies par l'intermédiaire du distributeur. Ces conducteurs appelés « fils bougies » comportent un fil de cuivre à brins multiples enrobé dans une épaisse couche de caoutchouc. Cette épaisseur doit être telle que le diamètre des câbles atteigne environ 7 mm afin que leur isolement puisse supporter 15 000 volts service et 31 000 volts essais.

Lorsque les conducteurs se trouvent sous le châssis, afin de les abriter des intempéries, on entoure leur revêtement isolant d'une gaine métallique en cuivre étamé ou en fil d'acier tressé qui est utilisée pour le retour du courant à la masse.

A l'exception des connexions du démarreur et quelquefois des avertisseurs, tous les circuits se ferment à travers l'ampèremètre du tableau de bord destiné à contrôler les consommations des différents organes.

La longueur des conducteurs doit être aussi faible que possible afin de réduire la chute de tension. Pour la même raison les contacts doivent être *partout* impeccables (ce n'est pas pour rien que sur les voitures américaines les câbles sont soudés directement sur la batterie). Les raccords constituent toujours une résistance au passage du courant, leur nombre doit être aussi réduit que possible et les contacts parfaitement assurés.

Il faut veiller à l'éloignement des conducteurs du tuyau d'échappement ou du moteur afin que leur isolement ne risque d'être endommagé par un échauffement excessif, et les mettre à l'abri de toute projection d'acide ou d'essence susceptible d'attaquer leur gaine isolante.

La fixation au moyen de serre-fils dans les creux des longerons

exige beaucoup de soins car, insuffisamment maintenus les conducteurs risquent par les frottements sous l'effet des secousses de se dénuder de leur isolement et même de se rompre.

Pour établir le raccordement entre le circuit principal et les circuits secondaires on utilise des boîtes de jonction, elles évitent les épissures et permettent d'effectuer de nouveaux branchements sans modifier les connexions existantes.

Entretien. — L'entretien du câblage se résume à une vérification de la fixation, du serrage des bornes et de la propreté des contacts et surtout de l'isolement des conducteurs, car la destruction des isolants peut engendrer avec la masse, des court-circuits susceptibles de provoquer des incendies.

Pour les modifications ou réparations n'utiliser que des fils de cuivre de section correspondant à celle du câble à remplacer, ou à défaut adopter une section plus forte. Nous recommandons de préférer pour les raccords, les soudures aux épissures. Enfin il convient de poser avec beaucoup de précaution les fils sous gaine vernissée (genre « Soupliso ») car actuellement beaucoup d'entre eux ne résistent pas à la torsion et se craquellent, d'où détérioration par infiltration d'huile. Il faut donc éviter de les tordre et aux traversées prévoir des gaines supplémentaires (en caoutchouc ou en durite si possible). Il convient aussi de veiller à ce que les fils de bougies ne fassent des coudes brusques.

D'autre part si on remarque une usure des câbles de la batterie, pour éviter qu'ils se rompent complètement, il importe après avoir retorsadé la portion usée du câble, d'enrouler autour, un fil de cuivre nu de 10 à 15/10 de diamètre puis de couler sur l'ensemble de la soudure et de recouvrir ensuite avec un ruban adhésif.

QUATRIÈME PARTIE

MESURES ET DÉPANNAGE

CHAPITRE PREMIER

LES INSTRUMENTS DE CONTROLE

Maintenant que nous connaissons le fonctionnement des différents organes électriques d'une voiture, nous pouvons envisager de diagnostiquer les pannes et d'y remédier. Mais pour cela quelques instruments de contrôle sont nécessaires, particulièrement :

— un aréomètre Baumé ;

— une sonnette ;

— un ampèremètre, s'il n'en existe pas un sur le tableau de bord ;

— un voltmètre.

Nous allons donc décrire ces instruments et examiner les services qu'ils peuvent rendre.

L'aréomètre Baumé. — Un aréomètre se compose d'une ampoule de verre prolongée par un long tube qui, lestée avec un peu de mercure, se maintient verticale dans le liquide à contrôler. Suivant sa position d'équilibre on lit sur la tige graduée en conséquence, la densité correspondant à la concentration. Pour un aréomètre pèse-acide, le seul qui nous intéresse, la concentration d'acide minimum se trouve en haut de la tige.

L'aréomètre de Baumé se place ainsi que nous l'indiquons par la *figure* 85, dans une pipette cylindrique de verre, terminée par un petit tube et munie d'une poire servant à l'aspiration du liquide à contrôler.

L'aréomètre de Baumé est indispensable pour la préparation de l'électrolyte et pour le contrôle des batteries. En effet, en

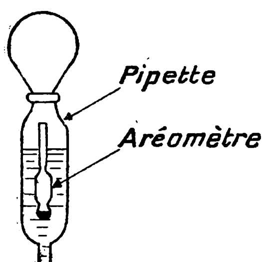


FIG. 85.

indiquant la concentration de l'électrolyte de ces dernières il renseigne sur leur état électrique.

En ce qui concerne la préparation de l'électrolyte le tableau ci-après nous fournit les proportions en poids d'acide et d'eau correspondant à la densité en degrés Baumé.

Densité	*Degrés Baumé*	*Poids d'acide 66° Baumé*	*Poids d'eau*
—	—	—	—
1 100	13	15	85
1 125	16	19	81
1 150	19	22	78
1 175	21	25	75
1 200	24	28	72
1 225	26	32	68
1 240	28	34	66
1 250	29	35	65
1 275	31	39	61
1 300	33	42	58
1 400	41	53	47
1 835	66	100	0

Corrections de la densité suivant la température.

Température	Corrections Sur densité	Sur degré Baumé
+ 50	18	2
+ 45	15	1 1/2
+ 40	12	1 1/2
+ 35	9	1
+ 30	6	1/2
+ 25	3	1/2
+ 20	0	0
+ 15	3	1/2
+ 10	6	1/2
+ 5	9	1
0	12	1 1/2
— 5	15	1 1/2
— 10	18	2
— 15	22	2 1/2
— 20	25	2 1/2

Tableaux extraits du livre « Pour tout faire vous-même » de A. Plancs-Py.

Quant à la correspondance entre la force électromotrice et la densité, l'ordre de grandeur nous est indiqué par le tableau ci-après :

F. E. M.	*Degrés Baumé*
1,86	5
1,90	10
1,94	15
1,97	20
2	22
2,02	24
2,04	26
2,055	28
2,07	30
2,085	32
2,1	34

Suivant la proportion d'acide dans l'électrolyte, un élément de batterie chargé doit avoir une densité de 28 à 34 degrés, à demi-charge 24 à 26 degrés et 15 à 20 degrés complètement déchargé.

La sonnette. — Le deuxième instrument nécessaire au contrôle électrique, tout aussi simple et utile que l'aréomètre, est

la sonnette. Elle sert à mesurer la continuité ou la discontinuité d'un circuit, elle permet de reconnaître un conducteur d'un isolant, un circuit ouvert d'un circuit fermé et différentes mesures que nous préciserons par la suite.

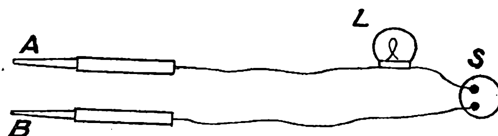


Fig. 86.

La véritable sonnette se compose d'une sonnerie électrique courante, actionnée par une pile lorsque le circuit est fermé. Elle présente le grand avantage d'être indépendante du secteur et de permettre un contrôle en n'importe quel endroit que se trouve le véhicule. Mais les piles s'usent vite et coûtent cher, aussi, très souvent, quoique le nom soit resté, la sonnette proprement dite est remplacée par une lampe d'éclairage, à filament au carbone, ou mieux une lampe au néon, et le secteur constitue la source de courant.

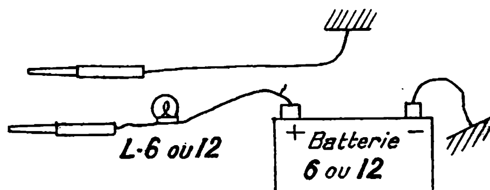


Fig. 87.

L'ensemble du dispositif est représenté par la *figure* 86. Outre la lampe L, de tension correspondant au secteur, il comprend deux conducteurs isolés (pouvant être réunis en un seul cordon) aboutissant d'un côté à une fiche de courant S et de l'autre à deux piques fils, c'est-à-dire deux tiges métalliques A et B en pointes, isolées par des manches de bois. Si un corps conducteur est placé entre A et B le circuit se ferme et le courant traverse la lampe qui s'allume. Par contre si le corps inséré entre A et B est un isolant, le circuit reste ouvert et la lampe n'éclaire pas. Il est également possible de réaliser une sonnette en utilisant, comme l'illustre la *figure* 87, la batterie de la voiture et une lampe des phares.

Les résultats obtenus avec la lampe au néon et une lampe d'éclairage sont différents en ce sens que si une résistance importante se trouve insérée entre A et B la lampe au néon s'éclaire ou clignote faiblement pour des résistances bien plus élevées, elle permet donc de faire des mesures d'isolement plus sérieuses.

Les lampes au néon s'amorcent pour une tension de 70 à 80 volts, suivant la tension du secteur où elles doivent être branchées, elles comportent une résistance en série logée dans le culot de la lampe qui abaisse la tension à la valeur voulue et en même temps les protège des court-circuits. Leur consommation est très faible : 0,5 à 1 watt.

Avec ces lampes il est aussi possible de distinguer la forme du courant. S'il s'agit d'un courant alternatif, les deux électrodes s'éclairent, alors qu'en continu, seule l'électrode positive s'allume, ce qui permet également de repérer les polarités.

Cette sonnette offre de multiples possibilités de contrôle.

1° *Vérification des enroulements.*

Bobine d'allumage (*fig.* 88). — Le contrôle de l'enroulement primaire s'effectue en appliquant respectivement aux bornes A et B les deux piques-fils de la sonnette. La lampe doit briller avec la même intensité que si les piques-fils étaient réunis.

Pour l'enroulement secondaire, c'est entre la borne médiane (C) et le boîtier (D) que l'on établit le contact avec les électrodes de la sonnette. La lampe s'éclaire légèrement moins que dans le premier cas.

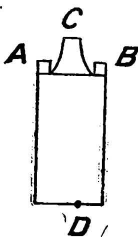
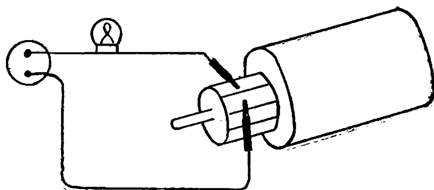


FIG. 88.

Induit de dynamo ou de moteur. — Les pointes métalliques de la sonnette doivent, pour l'essai d'un induit, être placées entre


FIG. 89.

deux lames voisines (*fig.* 89) et successivement, deux par deux toutes les lames du collecteur doivent être « sonnées ».

On sait que les extrémités de chaque bobine de l'induit sont reliées à deux lames consécutives, aussi lorsque les piques-fils sont appliqués sur ces dernières et que la lampe ne s'allume pas, on peut en conclure qu'il existe une coupure, soit dans la bobine, soit dans les soudures entre lames et bobines (cas le plus fréquent), si la lampe n'éclaire que faiblement il s'agit d'un mauvais contact.

Pour vérifier la continuité des enroulements inducteurs, on isole avec un carton les balais du collecteur et on applique les pointes entre les deux balais, s'il s'agit d'un moteur ou d'une dynamo shunt, on entre le balai réuni à l'inducteur d'une part, et la masse d'autre part dans le cas d'un montage série.

2° *Vérification des fusibles.* — Si les fusibles ne sont pas visibles on peut également se servir de la sonnette pour leur vérification. Les électrodes étant appliquées sur les bornes, le fusible est bon si la lampe s'allume fortement, par contre on peut conclure qu'il est rompu si elle ne s'allume pas, ou qu'il existe un mauvais contact si elle n'éclaire que faiblement.

3° *Vérification de l'isolement.* — En règle générale les essais d'isolement s'effectuent en procédant de la façon suivante : on réunit un pique-fil avec l'âme du conducteur et d'autre part on maintient l'autre sur la masse (à un endroit du châssis non recouvert de peinture). Si la lampe s'allume il s'agit d'un défaut d'isolement, si elle clignotte l'isolement n'offre pas une grande sécurité, mais est cependant suffisant pour le circuit basse tension, si la lampe n'éclaire pas du tout l'isolement est excellent.

Cet essai d'isolement est particulièrement intéressant pour les têtes d'allumeurs dont la moindre fissure provoque des ratées. Il s'effectue suivant les directives de la *figure* 90 en plaçant une pointe sur le balai central et l'autre sur un des plots voisins. On essaye ainsi successivement tous les plots.

On sait que l'enroulement primaire des bobines d'allumage doit être isolé de la masse, on le vérifie en plaçant les électrodes, l'une sur le boîtier, l'autre sur une des bornes primaires après avoir déconnecté les fils qui y aboutissent.

Pour essayer si l'isolement des bougies est bon on déconnecte le fil aboutissant à la bougie et on applique les électrodes entre la borne de la tige centrale et la masse. Si la lampe s'allume cela dénote une porcelaine fêlée ou un encrassement des pointes.

On peut également essayer par ce procédé la résistance d'isolement entre la chemise du culot des lampes et leur filament,

entre les interrupteurs et la masse, entre les supports de lampes (lampes enlevées) et la masse.

La sonnette sert aussi à la vérification du condensateur d'allumage. Elle se branche suivant les indications de la *figure* 91. La lampe au néon ne doit s'éclairer que très faiblement, si elle

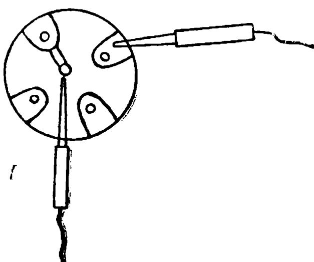


FIG. 90.

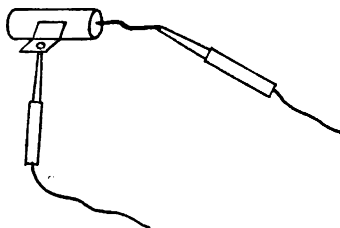


FIG. 91.

s'allume normalement l'isolement est défectueux. Si nous utilisions une lampe d'éclairage celle-ci ne devrait pas du tout s'éclairer.

L'ampèremètre. — Nul n'ignore que l'ampèremètre est un instrument servant à mesurer l'intensité du courant circulant dans un circuit électrique. La majorité des voitures, possèdent sur leur tableau de bord un ampèremètre à double sens de

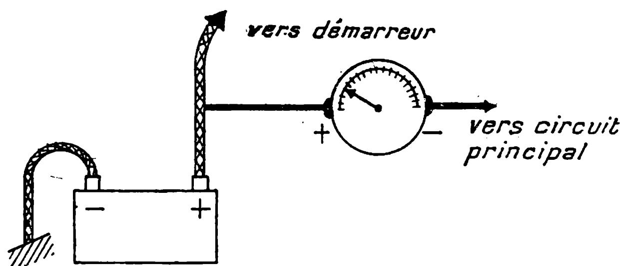


FIG. 92.

déviation, permettant de mesurer dans un sens l'intensité du courant de charge et dans l'autre l'intensité du courant de décharge. A défaut il est toujours possible d'en brancher un — provisoirement ou à demeure — en série sur le circuit principal, ainsi que le représente la *figure* 92. Cet instrument doit nécessairement être du type polarisé pour mesure du courant continu.

Les indications fournies par un ampèremètre, même si elles ne sont pas très exactes, sont précieuses pour renseigner sur le bon ou le mauvais fonctionnement de l'équipement électrique. Nous résumons ci-après quand il faut le consulter et les valeurs approximatives qui doivent être lues, suivant que l'alimentation se fait avec une batterie 6 ou 12 volts.

	Intensité en ampères	
	Batterie 6 V	*Batterie 12 V*
Vérification du courant de charge lorsque la voiture atteint son régime normal et que les phares et autres lampes ne sont pas en circuit	10	5
Vérification de la régulation de la charge à régime poussé qui doit rester sensiblement égale à la valeur précédente	10	5
Vérification du courant absorbé par les lampes des phares	8 à 10	4 à 5
Vérification du courant absorbé par chacun des petits circuits auxiliaires (essuie-glace, feux de position, etc.)	2 à 3	1 à 1.5
Vérification de la stabilité du courant de charge si l'aiguille ne s'arrête pas d'osciller, il s'agit, nous le rappelons, d'un réglage défectueux du conjoncteur ou du régulateur		
Vérification qu'aucune décharge ne se produit à l'arrêt quand toutes les lampes sont éteintes	0	0

Les vérifications que nous venons d'indiquer ne portent pas sur le circuit du démarreur ni sur celui de certains avertisseurs car ces organes absorbent des courants trop importants pour être mesurés avec un simple ampèremètre. Il est indispensable de dériver le courant dans un shunt.

Les shunts. — Les shunts sont des résistances qui, comme l'indique la *figure* 93 se placent en parallèle avec l'ampèremètre

et permettent de faire avec un seul appareil des mesures très étendues.

La valeur du shunt dépend de la diminution de sensibilité désirée et de la résistance propre de l'instrument de mesure.

Si nous appelons :

m, le pouvoir multiplicateur du shunt, c'est-à-dire le coefficient avec lequel il convient de multiplier la lecture de l'instrument ;

g, la résistance propre de l'ampèremètre ;

s, la résistance du shunt,

nous avons la relation suivante :

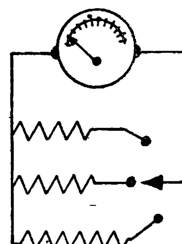


Fig. 93.

$$m = \frac{g + s}{s}$$

qui nous permet de déterminer la valeur du shunt

$$s = \frac{g}{m - 1}.$$

Par exemple si nous avons un ampèremètre susceptible de mesurer en fin d'échelle 10 ampères et que nous désirions lui adjoindre un shunt pour des mesures allant jusqu'à 100 ampères le pouvoir multiplicateur du shunt serait de 10 et si la résistance propre de l'instrument était de 0,1 ohm, la résistance du shunt devrait être de :

$$\frac{0,1}{10 - 1} = 0,011 \text{ ohm.}$$

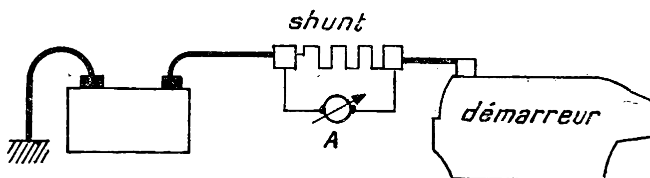


Fig. 94.

La *figure* 93 représente un ampèremètre muni de trois shunts interchangeables pour obtenir trois sensibilités supplémentaires. Cette disposition est adoptée pour les shunts correspondant à la

mesure de faibles intensités. Les constructeurs placent ces résistances dans le boîtier même des instruments (contrôleurs universels). Mais pour la mesure des fortes intensités, les shunts sont toujours extérieurs et il convient de noter que, comme le représente la *figure* 94, relative à la mesure du courant absorbé par un démarreur il faut toujours commencer par insérer le shunt en série dans le circuit et brancher ensuite l'ampèremètre en dérivation sur le shunt, de façon à éviter qu'en cas de mauvais contact entre le shunt et l'ampèremètre, ce dernier ne soit parcouru par le courant total.

Il importe de ne pas oublier que les ampèremètres ne doivent jamais être branchés en parallèle avec la source de courant comme le sont les voltmètres. Une fausse manœuvre de ce genre entraîne leur destruction, car leur résistance propre étant toujours très faible, la source débite presque en court-circuit à travers l'ampèremètre qui se trouve ainsi traversé par un courant d'une intensité bien supérieure à celle qu'il peut supporter.

Le voltmètre. — Les voltmètres servent à la mesure des tensions, à l'inverse des ampèremètres ils se branchent en parallèle, c'est-à-dire aux bornes de la source dont on désire apprécier la différence de potentiel ou la force électromotrice. Les voltmètres ne courent aucun risque à être branchés en série, la seule chose qui leur soit néfaste est l'application d'une tension supérieure à leur sensibilité.

Pour fournir des mesures précises les voltmètres doivent avoir une résistance propre aussi élevée que possible. Cependant pour les contrôles à effectuer sur l'équipement électrique des voitures il n'est pas indispensable d'utiliser des instruments de grande précision. Souvent on se sert de petits voltmètres électromagnétiques, polarisés, avec cordon, analogues à celui que nous avons représenté *figure* 95.

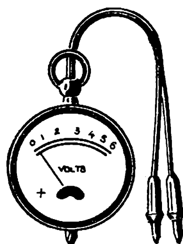


FIG. 95.

Dans notre cas les voltmètres sont particulièrement utiles pour mesurer la tension aux bornes des sources d'énergie et en même temps contrôler les polarités (batterie ou dynamo) et d'autre part, vérifier si cette tension se trouve bien appliquée, sans chute de tension notable, aux organes récepteurs. Ce sont ces différents contrôles que nous allons examiner en détail.

Mesure de la tension aux bornes d'une batterie. — Dès qu'une défaillance se manifeste dans la partie électrique, le premier contrôle porte toujours sur la source d'alimentation : la batterie.

Le contrôle s'effectue en plaçant les extrémités du voltmètre comme l'indique la *figure* 96. On fait une mesure de la tension totale, puis on vérifie si chaque élément donne sensiblement la

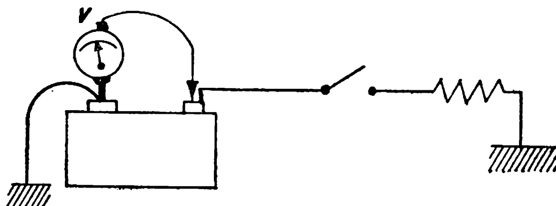


FIG. 96.

même tension. Mais comme nous l'avons expliqué au chapitre I de la deuxième partie cette mesure ne peut fournir d'indication sur l'état de la batterie que si cette dernière se décharge dans un circuit, en conséquence il faut que l'interrupteur I de la *figure* 96 soit fermé sur la résistance, ce qui revient à dire qu'il faut allumer les phares par exemple.

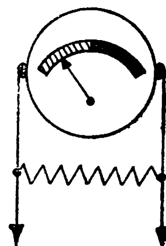


FIG. 97.

Certains contrôleurs de batterie sont constitués par des voltmètres qui au lieu d'être gradués en volts ont sur leur cadran une portion de cercle rouge et une portion de cercle bleue où se déplace l'aiguille. Lorsque cette dernière s'arrête dans la partie rouge l'élément est défectueux ou déchargé. Il est au contraire en bon état si l'index arrive dans la portion bleue. D'autres sont divisés en trois couleurs : rouge (défectueux), jaune (moyen), bleu (bon). Mais tous ces contrôleurs ont en parallèle sur leurs bornes, comme l'illustre la *figure* 97, une résistance dans laquelle se décharge la batterie au moment de la mesure

Mesure de l'isolement. — La résistance des voltmètres est proportionnelle à la tension pour laquelle ils sont prévus. Les voltmètres basse tension ont donc une résistance relativement faible, ce qui permet de les brancher en série pour tenir lieu

d'ampèremètres ainsi que l'illustre la *figure* 98 relative à la mesure de l'isolement. Comme avec un ampèremètre, lorsque tous les circuits sont ouverts, la déviation doit être nulle. Si l'aiguille dévie on peut être assuré qu'il existe un court-circuit entre la masse et l'un des fils. Il suffit de déconnecter ces fils les uns après les autres pour trouver le circuit accidentellement à la masse provoquant les fuites.

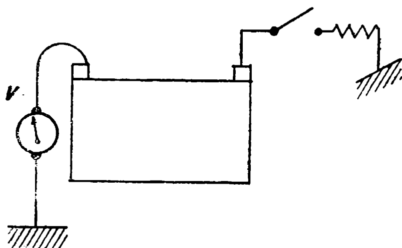


FIG. 98.

Mesure de la tension aux bornes de la dynamo. — Le moteur tournant au ralenti, on doit, avec un voltmètre branché suivant *figure* 99, mesurer entre la masse et le pôle positif réuni au câble allant vers le régulateur et le conjoncteur-disjoncteur, 6 ou 12 volts suivant la batterie prévue. Avant l'enclanchement du régulateur automatique on doit avoir 7 ou 14 volts environ.

Lorsqu'on constate une tension trop élevée aux bornes de la dynamo, il s'agit d'un mauvais contact formant résistance addi-

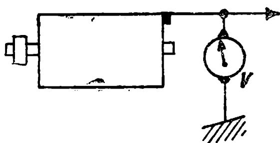


FIG. 99.

tionnelle dans le circuit de charge (balai de masse n'appuyant pas convenablement sur le collecteur) ou d'un réglage défectueux du régulateur.

Au contraire si la tension est inférieure aux valeurs indiquées, on peut conclure qu'il existe une chute de la tension d'excitation

due à un mauvais contact dans le circuit inducteur, ou que le régulateur n'est pas réglé convenablement. Il peut s'agir aussi d'un mauvais état du collecteur ou d'une tension insuffisante de la courroie.

Mesure de la tension lorsque le démarreur est en circuit. — Le démarreur absorbant un courant important engendre une forte baisse de la tension aux bornes de la batterie, cette tension ne doit cependant pas être inférieure à 5 volts. Il convient donc de la mesurer en même temps que le débit, comme indiqué plus haut (*fig.* 94).

Si le courant absorbé est normal et que la tension s'abaisse exagérément, il faut en chercher la cause dans la batterie ou dans un mauvais contact au contacteur ou aux raccords.

Par contre si l'intensité atteint une valeur trop forte, il s'agit d'un défaut du démarreur lui-même : induit en court-circuit ou enroulements bloqués.

Vérification de la tension à l'entrée de la bobine d'allumage. — Pour vérifier la tension appliquée au primaire de la bobine d'allumage, il faut d'abord mettre le contact d'allumage, puis faire tourner le moteur à la manivelle de façon à obtenir que

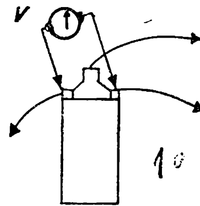


Fig. 100.

le contact, par les vis platinées du rupteur soit établi, ensuite placer le voltmètre entre les bornes primaires comme l'indique la *figure* 100. La tension mesurée doit être égale à la tension de la batterie, moins une petite chute de tension de l'ordre de 0,3 volt pour une batterie 6 volts ou 0,6 volt pour une batterie 12 volts. Si le voltmètre accusait une chute de tension supérieure, il conviendrait de vérifier avec la sonnette l'isolement du contact d'allumage et de la ligne.

Vérification du câblage. — Le voltmètre rend grand service pour vérifier, à l'entrée des différents organes récepteurs (moteur d'essuie-glace, avertisseur, lampes, etc.) si la tension d'alimentation ne diffère pas trop de la tension de la batterie. Cette dernière étant supposée en bon état, une chute de tension élevée nous indique un câblage défectueux et nous devons vérifier si les liaisons sont faites avec de bons contacts, les sections des conducteurs assez fortes et l'isolement suffisant.

Modification de la sensibilité d'un voltmètre. — Nous avons vu que la sensibilité des ampèremètres pouvait être augmentée par l'adjonction de résistances en parallèle. Il est également possible d'accroître le rayon d'action d'un voltmètre en lui ajoutant une ou plusieurs résistances, mais branchées en série (*fig.* 101). La valeur de la résistance est égale au produit de la résistance par volt de l'instrument de mesure, par la différence entre la sensibilité initiale et la sensibilité désirée.

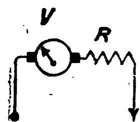


Fig. 101.

On ignore souvent quelle est la résistance par volt de l'instrument que l'on possède, mais ceci ne constitue pas un empêchement, on peut très bien agir par tâtonnements pour déterminer la résistance convenable. Par exemple supposons que nous désirions mesurer 24 volts avec un voltmètre 12 volts et que nous disposions d'une source fournissant 12 volts. Nous prendrions quelques mètres de fil résistant, alliage de nickel et de chrome, de faible diamètre (5 à 8 /100), que nous bobinerions, nous brancherions cette petite bobine en série avec notre voltmètre et lui ajouterions du fil jusqu'à ce que le voltmètre marque 6 volts. La sensibilité serait ainsi doublée et lorsque l'aiguille indiquerait 12 volts nous aurions sensiblement 24 volts.

CHAPITRE II

ESSAIS DES ORGANES SÉPARÉS

Nous avons examiné dans le précédent chapitre les contrôles que permettent les instruments de mesure sur un équipement électrique de voiture. On peut également avoir à essayer ces organes en dehors de la voiture. Nous indiquerons donc ci-après quelques vérifications simples à effectuer.

Vérification de la dynamo. — Nous savons que dynamos et moteurs sont analogues, il est donc possible de vérifier une dynamo en la faisant fonctionner en moteur, à l'inverse de sa fonction

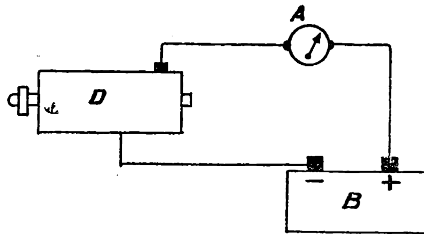


FIG. 102.

normale, de façon qu'elle transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. On connecte pour cela comme le représente la *figure* 102 la dynamo aux bornes d'une batterie de tension correspondant comme valeur à celle de la dynamo. L'induit doit se mettre à tourner sans saccade dès que la tension est appliquée et l'ampèremètre indiquer le passage d'un courant égal à peu

près au quart de l'intensité que débite la dynamo en marche normale. De plus en freinant le bout d'arbre on apprécie la puissance du couple. La rotation doit même se produire avec une tension inférieure à la valeur normale, de l'ordre de 4 volts pour une dynamo 6 volts, ou 8 pour une 12 volts.

Les polarités doivent être respectées et dans ces conditions la machine tourne dans le même sens qu'elle tournerait en dynamo.

Si l'induit ne tourne pas il s'agit d'une coupure dans les enroulements des inducteurs, ou de l'induit, ou d'une section de ce dernier, mal soudée au collecteur.

Evaluation de la capacité. — Nous avons indiqué comment la sonnette permettait le contrôle de l'état du condensateur d'allumage. Mais nous n'obtenons avec ce procédé aucune indication sur la valeur de la capacité. Pour déterminer cette valeur il faut posséder un milliampèremètre pour courant alternatif que l'on branche suivant *figure* 103, en série avec le condensateur à essayer sur un secteur alternatif 110 volts, 50 périodes. Il convient au préalable de s'assurer avec la sonnette de la bonne qualité de l'isolement du condensateur.

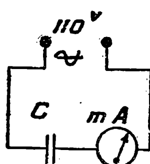


Fig. 103.

La valeur de la capacité se déduit de la formule ci-après :

$$C = \frac{I}{V \times 2 \times 3{,}14 \times f} 10^{-6}$$

C : capacité en microfarads ;
I : intensité en ampères ;
V : tension en volts ;
f : fréquence du secteur.

Nous en déduisons que le milliampèremètre indiquera environ 7 milliampères (ou 0,007 ampère) pour un condensateur de 0,2 microfarad, puisque :

$$\frac{0{,}007}{110 \times 2 \times 3{,}14 \times 50} 10^{-6} = 0{,}2\ \mu F.$$

Pour des essais de comparaison par rapport à un condensateur étalon, on peut utiliser, branché de la même façon, un voltmètre pour courant alternatif à condition que sa résistance par volt soit assez élevée pour que l'aiguille dévie d'une façon bien

visible. Avec ce procédé, et un voltmètre possédant une sensibilité en rapport avec la tension du secteur, on ne courrait aucun risque de griller l'appareil de mesure si le condensateur à essayer se trouvait en court-circuit.

Contrôle d'une bobine d'allumage. — Il est nécessaire pour effectuer la vérification de la bobine d'allumage séparée du rupteur, de disposer d'une tension alternative 6 ou 12 volts suivant le type de bobine. On applique, ainsi que l'indique la *figure* 104, cette tension au primaire de la bobine et en approchant la sortie haute tension, de la masse, une étincelle doit jaillir.

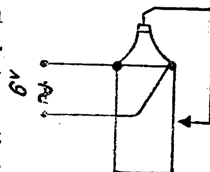


Fig. 104.

La tension 6 ou 12 volts nécessaire à cet essai peut être obtenue par un petit transformateur abaisseur, qui, comme nous le verrons plus loin, pourra rendre service en d'autres circonstances, aussi, ce transformateur pouvant être réalisé sans difficulté, nous en donnons ci-après les caractéristiques; nous l'avons prévu pour fonctionner sur secteur 110 volts, 50 périodes.

Pour le circuit magnétique nous pourrons utiliser les tôles de la *figure* 42 que nous empilerons sur une hauteur de 20 mm de façon à obtenir pour le noyau à bobiner une section brute de 4 cm².

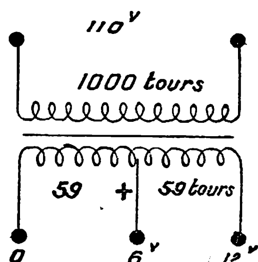


Fig. 105.

Dans ces conditions nous devrons bobiner pour l'enroulement primaire, 1 000 spires de fil de cuivre émaillé 35 à 40/100 de diamètre. Après avoir intercalé deux ou trois couches de carton isolant nous bobinerons le secondaire qui comportera 59 + 59 tours de fil de cuivre émaillé 8 à 9/10, de façon à obtenir comme le représente la *figure* 105, 6 ou 12 volts suivant les besoins.

Essai des lampes d'éclairage. — Nul n'ignore que le fonctionnement des lampes d'éclairage ne dépend pas de la forme du courant. Le petit transformateur pourra donc nous servir de contrôleur de lampes, il suffira de réunir ses extrémités aux modèles de douilles que l'on rencontre normalement dans l'équi-

pement électrique (se reporter aux *fig.* 71 et 73), 3e partie, chapitre III. Un commutateur auquel aboutiront les prises 6 et 12 volts permettra d'appliquer l'une ou l'autre de ces tensions suivant la lampe à contrôler.

Essai de l'allumage par bobine sans batterie. — Le transformateur dont nous venons de donner la description nous offre également la possibilité, en le branchant suivant *figure* 106, de substituer le courant continu de la batterie par le courant alternatif du secteur pour alimenter le primaire de la bobine d'allumage.

Ce dispositif présente également l'avantage de faciliter le départ l'hiver, lorsque les accumulateurs sont insuffisamment chargés et que d'autre part le démarreur provoque une chute de tension importante. On peut prévoir, à demeure sur la voiture, un commutateur permettant d'appliquer pour la mise en route au garage, la tension secondaire du transformateur.

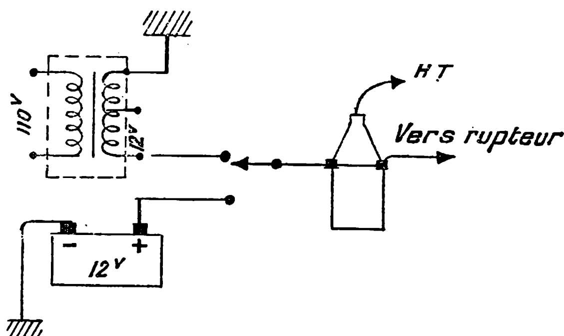


Fig. 106.

Ce petit transformateur fournit la possibilité de partir et de rouler même avec une batterie complètement déchargée, à condition d'accélérer avant de démarrer, et pendant les premières manœuvres, afin que la dynamo amorce la charge.

Un chargeur avec la batterie en tampon, branché au moment du départ peut évidemment rendre le même service, mais dans ce cas l'usage du démarreur, comme nous l'avons déjà dit, est absolument interdit et la mise en route ne peut se faire qu'à la manivelle.

CHAPITRE III

CONTROLE SANS INSTRUMENT DE MESURE

Il est possible de s'assurer du bon fonctionnement de certaines parties de l'équipement électrique sans instrument de mesure, mais seulement par de simples observations. Ce sont ces contrôles que nous nous proposons d'examiner.

Vérification des bougies. — Les bougies placées sur chaque cylindre sont d'un accès facile, leur vérification n'offrant aucune difficulté doit donc être faite périodiquement car, comme nous l'avons dit, les bougies défectueuses provoquent des ratées au moteur et quelquefois l'impossibilité de faire tourner ce dernier.

Pour vérifier si toutes les bougies effectuent bien leur travail, il faut tout d'abord, après avoir mis en marche et arrêté le moteur, constater en approchant la main, qu'elles chauffent au même degré. Une bougie plus froide que les autres indique qu'elle ne donne pas d'étincelle, au contraire une bougie trop chaude est l'indice d'une fêlure de la matière isolante ou d'un écartement exagéré des pointes.

Un autre procédé consiste à mettre successivement les bougies en court-circuit lorsque le moteur tourne au ralenti. On utilise généralement pour cela un tournevis ayant un manche en bois de dimensions suffisantes, afin que la main de l'opérateur se trouve bien isolée de la partie métallique. Cette dernière, comme l'illustre la *figure* 107, doit pour l'essai, réunir la tige centrale avec la masse, c'est-à-dire la culasse dans ce cas. Si la bougie mise ainsi en court-circuit est bonne, on doit constater une modification dans le ronflement du moteur. En revanche si aucun changement ne se produit, cela indique que la bougie ne fournit pas l'étincelle voulue.

On fait ensuite un autre contrôle en utilisant toujours le tournevis, mais au lieu de faire un court-circuit franc, on approche la pointe du tournevis de la tige centrale et à 2 mm environ de celle-ci on doit provoquer extérieurement une étincelle. Si cette dernière ne se produisait qu'à une distance plus faible il faudrait en conclure que la résistance interne de la bougie est trop élevée par suite d'un encrassement ou d'un dépôt d'huile.

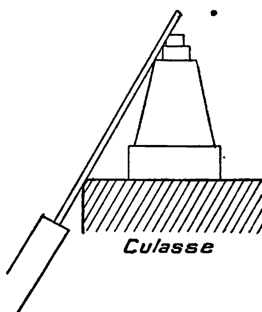


Fig. 107.

On peut se demander pourquoi l'étincelle jaillit extérieurement à 2 mm alors que les pointes ne doivent pas être espacées de plus de 0,4 mm, ceci provient que la résistance de l'air augmente en fonction de la pression, qui dans les cylindres atteint une valeur élevée.

Vérification du distributeur. — Pour contrôler si les bougies sont correctement alimentées on les retire de leur logement et on les pose sur la culasse, en ayant soin que les tiges centrales correspondant à l'arrivée du courant haute tension ne soient en contact avec la culasse. En faisant tourner le moteur à la main on doit constater alternativement, à chaque bougie, l'éclatement d'une étincelle.

Vérification de la bobine d'allumage. — Enroulement secondaire.

Le contrôle du circuit secondaire ou haute tension s'effectue en retirant la connexion qui le relie au distributeur (borne centrale) et en l'approchant à environ 5 mm de la masse (la culasse du moteur). Une étincelle doit éclater à chaque rupture du cou-

rant primaire faite en tournant le moteur à la manivelle. L'absence d'étincelle indique une coupure dans les enroulements de la bobine. Lorsque cette dernière est d'excellente qualité l'étincelle doit jaillir pour une distance d'environ 10 mm.

Enroulement primaire. — Pour déterminer si la coupure se trouve dans le bobinage secondaire ou dans le primaire, il convient de compléter l'essai précédent par le contrôle du passage du courant dans l'enroulement primaire.

Après avoir avec la manivelle fait tourner le moteur de façon que le rupteur établisse le passage du courant dans la bobine, on débranche le primaire sur une des bornes et on regarde, si en coupant et en rétablissant le courant, il se produit à cet endroit une petite étincelle. Cette dernière est due à la self de la bobine et la continuité de n'importe quel enroulement peut se contrôler de cette façon.

Vérification de l'échauffement. — L'énergie fournie aux appareils électriques n'est pas entièrement restituée, il existe toujours des pertes qui se transforment en chaleur. Il est donc normal que moteurs, dynamos, etc., en fonctionnement continu, atteignent une température élevée. Il importe cependant de vérifier si l'échauffement ne dépasse pas certaines limites (75° C au maximum).

Une grande élévation de température d'un organe indique toujours un court-circuit auquel on doit remédier immédiatement.

La vérification du non échauffement des contacteurs nous fournit la preuve de contacts parfaits. On ne doit avec ceux-ci constater aucune élévation sensible de température.



CINQUIÈME PARTIE

L'ÉQUIPEMENT RADIOÉLECTRIQUE

L'ELECTRONIQUE ET L'AUTO

Nous avons vu que le déplacement des électrons engendrait dans les corps conducteurs le courant électrique, mais par différents procédés ces électrons peuvent être projetés hors de la matière et permettre le passage d'un courant entre deux électrodes n'ayant aucun contact, placées dans une ampoule vidée d'air ou remplie d'une atmosphère gazeuse. Ceci constitue la base de l'électronique.

Les redresseurs à lampes décrits au chapitre IV, 2e partie, représentent une application des phénomènes électroniques. Mais il en existe d'autres, largement utilisées aux U. S. A. pour l'agrément des automobilistes.

Nous trouvons notamment la télécommande appliquée à l'ouverture des garages grâce à une cellule photo-électrique ou mieux à un générateur d'ultra-sons, à réflecteur, placé dans la grille du radiateur. Les ultra-sons quoique inaudibles pour l'homme peuvent impressionner un microphone placé en dehors du garage qui, par l'intermédiaire d'un amplificateur et d'un relai, commande un moteur dont l'action ouvre la porte du garage. Les cellules photo-électriques sont aussi utilisées pour l'allumage et l'extinction automatiques des feux de position.

Comme nouveauté dans cet ordre d'idée, citons aussi les « autoradiophones ». Il s'agit de récepteurs-émetteurs miniatures fonctionnant sur de très courtes longueurs d'onde, dont la puis-

sance n'excède pas 15 watts. Ils permettent aux automobilistes de téléphoner avec des postes fixes pour demander du secours en cas d'accident et même pour les voitures de livraison de recevoir des instructions en cours de route.

S'il est un peu prématuré de parler de cette application radioélectrique, pas encore répandue en France, on ne peut laisser dans l'ombre le poste-auto dont la guerre avait complètement arrêté le développement, mais qui reprend sa place dans l'industrie radioélectrique, et bénéficie des perfectionnements apportés aux pièces détachées de ce genre de récepteur, dont l'étude, pour des buts militaires avait été très poussée, de façon à réaliser des postes d'encombrement réduit, offrant malgré tout une grande sécurité de fonctionnement.

Nous n'entreprendrons pas ici un cours de Radio et pour les lecteurs ignorants de la question nous les renvoyons à l'ouvrage de M. Douriau « Apprenez la Radio en réalisant des récepteurs », nous nous proposons seulement d'étudier les particularités du récepteur pour auto.

Le poste-auto pose des problèmes beaucoup plus ardus que le simple récepteur de radiodiffusion, notamment en ce qui concerne :

— l'alimentation ;
— les parasites ;
— l'antenne ;
— les caractéristiques radioélectriques du récepteur proprement dit ;
— les caractéristiques mécaniques.

L'alimentation. — Pour fonctionner, un récepteur à lampes a besoin qu'une certaine tension soit appliquée à l'anode des tubes et que d'autre part les filaments de ces tubes soient chauffés par un courant électrique. Les récepteurs installés sur les voitures utilisent pour cela les batteries de 6 ou 12 volts qui font partie de l'équipement électrique.

Les lampes adoptées pour ces postes demandent une tension de chauffage de 6,3 volts, les tensions fournies par les batteries conviennent donc parfaitement, sans modification, pour assurer le chauffage, soit en mettant tous les filaments en parallèle lorsqu'elles fournissent 6 volts ou en série par deux pour 12 volts.

L'alimentation anodique ne présente pas la même simplicité. En partant d'une tension continue 6 ou 12 volts nous devons obtenir également une tension continue, mais de 150 à 200 volts.

Or nous avons vu que la transformation du courant continu ne s'opérait pas avec la même facilité que pour le courant alternatif avec lequel il suffit d'un simple transformateur.

Il existe deux procédés pour obtenir la tension anodique voulue:

1° Les convertisseurs rotatifs parmi lesquels nous trouvons les groupes moteurs dynamos et les commutatrices.

2° Les vibreurs.

Les convertisseurs rotatifs. — Les *groupes moteurs-dynamos* fournissent directement la tension continue demandée pour l'alimentation anodique. Ils comprennent un moteur à courant continu actionnant une génératrice également à courant continu. Lorsque ces deux organes sont séparés on donne à l'ensemble le nom de groupe moteur-dynamo, et celui de convertisseur lorsqu'ils sont réunis en une seule machine tournante. Dans cette

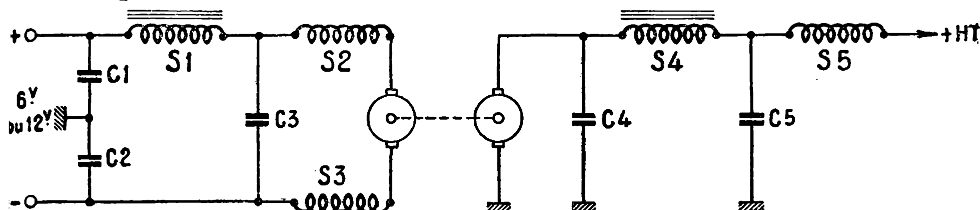


Fig. 108.

dernière l'induit comprend à la fois un enroulement continu à basse tension relié à la batterie et un enroulement continu à haute tension fournissant l'alimentation anodique, l'arbre supporte ainsi les deux collecteurs, quant aux inducteurs ils sont communs pour le moteur et la génératrice.

Le fonctionnement des groupes tournants offre une grande sécurité, leur rendement est de l'ordre de 60 %. Ils présentent cependant l'inconvénient d'engendrer des parasites, surtout lorsque les balais mal réglés, ou usés, ont un mauvais contact avec le collecteur. Malgré cela, lorsqu'ils sont bien équilibrés, ces groupes sont susceptibles de rendre service pour l'alimentation de récepteurs et amplificateurs puissants car ils peuvent fournir jusqu'à 100 watts.

Les groupes ne peuvent néanmoins être installés sans que certaines précautions soient prises pour l'élimination des perturbations, celles-ci consistent dans l'adjonction de deux filtres, l'un sur le circuit d'entrée à basse tension, l'autre sur le circuit

d'utilisation à haute tension. Ces filtres sont représentés sur le schéma de la *figure* 108, où S_1 est une inductance à fer de 0,2 henry, S_2 et S_3 des inductances à air de 25 microhenrys, S_4 une inductance à fer de 5 henrys et S_5 une inductance à air de 100 microhenrys. Quant aux condensateurs ils sont de 1 microfarad, isolés au papier pour 500 volts pour C_1, C_2, C_3 et C_4 et de 8 microfarads isolés pour 500 volts pour C_5.

Les *commutatrices* sont des machines tournantes qui sur leur induit ont à la fois un enroulement continu et un enroulement alternatif. L'induit porte du côté opposé au collecteur des bagues reliées à certaines prises convenables de l'enroulement. Elles transforment le courant continu en alternatif ou réciproquement.

Les récepteurs de voiture, prévus pour recevoir une alimentation par commutatrice présentent l'avantage de pouvoir fonctionner sans modification sur un secteur alternatif, dont la tension se trouve ramenée à une valeur convenable. Malheureusement le rendement des commutatrices est faible et elles déchargent rapidement les batteries lorsque ces dernières ne présentent pas une grande capacité.

En général les convertisseurs rotatifs alimentent les postes puissants. Les postes moyens emploient plutôt les vibreurs en raison de leur prix peu élevé et surtout de leur encombrement réduit, ce qui est important pour un organe destiné à un poste-auto.

Les vibreurs. — Les vibreurs ont sensiblement les dimensions des tubes de Radio ; comme eux, ils possèdent des culots à quatre ou sept broches suivant les modèles.

Les principes que nous avons exposés à propos de l'allumage sont également à la base des vibreurs. Le courant de la batterie pour devenir apte à l'alimentation d'un transformateur est aussi dans ce cas, interrompu par un rupteur qui coupe automatiquement le courant un grand nombre de fois par seconde. Mais la commande du rupteur dans les vibreurs est magnétique. La coupure se trouve obtenue par une lame vibrante attirée périodiquement par l'aimantation d'un électro-aimant dont le rôle est analogue à celui qu'il tient dans les sonneries électriques usuelles.

En amenant le courant dans deux directions et en réalisant un transformateur avec primaire à prise médiane, il est possible d'obtenir un courant avec une alternance positive et une alter-

nance négative. Le fonctionnement du vibreur devient comparable à celui du commutateur bipolaire illustré par la *figure* 109.

Le vibreur qui joue le rôle de commutateur automatique permet d'obtenir une tension alternative en réalisant les montages

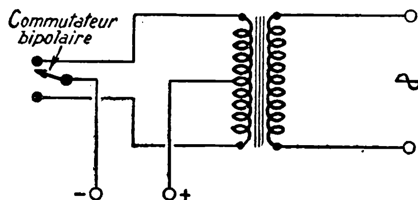


FIG. 109.

de principe des *figures* 110 ou 111. La tension continue est appliquée aux bornes A et B, puis hachée par le vibreur et élevée par le transformateur à la tension voulue par les plaques de la

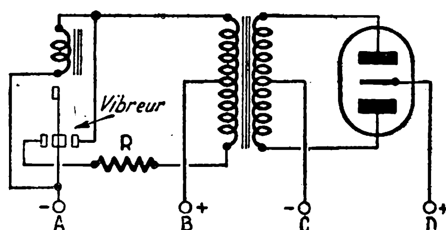


FIG. 110.

valve redresseuse. La tension redressée est recueillie entre les bornes C et D. La *figure* 110 représente le vibreur avec entretien parallèle de l'électro-aimant et la *figure* 111 le vibreur avec

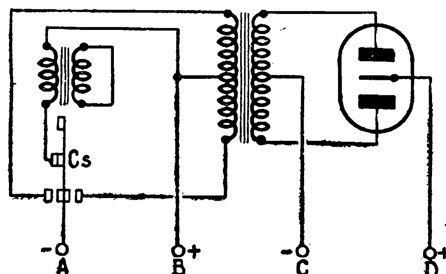


FIG. 111.

entretien série. Ces deux montages sont utilisés et présentent l'un et l'autre divers inconvénients auxquels on obvie par des dispositions appropriées.

Dans le montage en série, la bobine de l'électro-aimant se trouve en série avec le rupteur et provoque à chaque coupure des étincelles aux pastilles de contact, qui les détérioreraient rapidement, c'est pourquoi on adjoint à la bobine de l'électro-aimant un enroulement secondaire mis en court-circuit. De plus, ainsi que nous l'avons représenté, il est nécessaire de prévoir un contact supplémentaire d'entretien (C*s*).

Le montage parallèle ne présente pas ces inconvénients, par contre la présence de la bobine de l'électro-aimant en série avec un des enroulements du transformateur, déséquilibre la prise médiane. Pour y remédier il est nécessaire de placer en série avec l'autre enroulement la résistance R correspondant comme valeur à l'impédance de la bobine de l'électro-aimant.

Dans l'un et l'autre montages il convient d'absorber le plus possible les étincelles car elles engendrent des parasites, développent une chaleur importante et un arrachement du métal. On y arrive en les shuntant par des condensateurs. Ceux-ci doivent être identiques si la prise du transformateur est rigoureusement médiane. Il est cependant indispensable que les lames soient munies de pastilles de tungstène afin de résister à la détérioration provoquée par les étincelles de rupture. De la qualité de ces pastilles dépend en grande partie la vie des vibreurs. Notons que pour éviter l'oxydation des contacts, certains vibreurs sont enfermés dans des tubes où le vide a été fait.

La fréquence du courant fourni par les vibreurs est généralement stable, le nombre de périodes dépend de l'élasticité de la lame vibrante, elle varie entre 70 et 150 périodes par seconde. Il est bien certain qu'une fréquence élevée présente plus d'intérêt car elle permet de réaliser un transformateur ayant un bon rendement avec un encombrement réduit et facilite le filtrage.

Les vibreurs que nous avons décrits sont à simple effet, c'est-à-dire n'opèrent qu'une transformation du courant continu en alternatif. Il existe d'autres modèles, dits vibreurs synchronisés, qui jouent le double rôle de vibreurs et de redresseurs. Ils comportent deux séries de lames et de contacts vibrant au synchronisme, une paire assure la transformation du courant continu en alternatif et l'autre opère le redressement du courant après son élévation à la tension voulue par le redresseur. Ce dispositif représenté par la *figure* 112 offre l'avantage d'économiser la

valve, mais a des inconvénients sérieux : la tension redressée présente des pointes dangereuses et particulièrement difficiles à filtrer. Ceci explique pourquoi ces vibreurs ne sont réalisés que

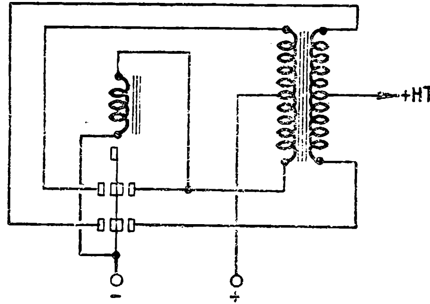


Fig. 112.

pour de petites puissances et des tensions de sortie inférieures à 200 volts.

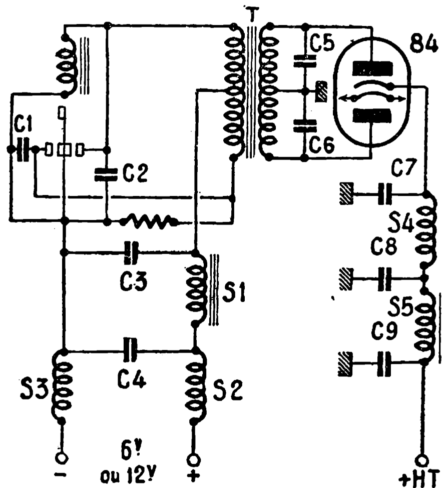


Fig. 113.

Le montage des vibreurs, tel que nous l'avons indiqué dans les figures théoriques 110 et 111 ne pourrait convenir pour l'alimentation des récepteurs. Il convient d'insérer tout d'abord une

cellule de filtrage basse tension afin d'éviter la transmission aux cathodes, chauffées par la batterie, des tensions amorties engendrées par le vibreur. Par ailleurs la cellule de filtrage sur la haute tension redressée devra être réalisée pour arrêter les courants parasites à environ 1 000 périodes par seconde que le vibreur engendre. Par contre le filtrage du courant normal s'effectue plus facilement du fait de la forme du courant et de la fréquence élevée. On remarque que pour obtenir un taux d'ondulation identique à une alimentation sur secteur, il est possible pour le filtrage du courant redressé, de diminuer de moitié le produit LC (L = valeur en henrys de l'inductance du fitre ; C = valeur en microfarads de la capacité du filtre). La *figure* 113 nous fournit le schéma complet d'une alimentation par vibreur avec ses filtres basse et haute tensions. Les éléments de cette alimentation doivent avoir les valeurs suivantes :

Inductance à fer S1 : 0,1 henry.

Inductances à air S2 et S3 : 10 microhenrys.

Inductance à air S4 : 100 microhenrys.

Inductance à fer S5 : 5 henrys.

Condensateurs au papier, isolés pour 250 volts :

C1-C2 : 0,1 microfarad
C3-C4 : 0,25 microfarad

Condensateurs au papier, isolés pour 1 500 volts :

C5-C6 : 0,05 microfarad
C7 : 0,25 microfarad

Condensateurs électrolytiques, isolés 500 volts :

C8-C9 : 8 microfarads.

Le transformateur élévateur des vibreurs demande à être soigneusement étudié. Son circuit magnétique doit être déterminé en fonction de la fréquence de rupture en adoptant cependant une induction assez basse afin d'éviter la saturation.

Pour la détermination du nombre de tours du secondaire il faut tenir compte que la tension moyenne du redresseur n'est pas dans le même rapport avec la tension efficace que dans le cas d'une tension parfaitement sinusoïdale, elle est suivant la forme plus ou moins carrée du courant de 15 à 25 % plus élevée.

Lorsque l'isolement du fil le permet il est bon de bobiner le primaire avec deux fils en parallèle, réunis à une de leurs extré-

mités pour former la prise médiane, afin d'obtenir la symétrie voulue entre les deux portions d'enroulement.

A noter que les fuites magnétiques doivent être aussi réduites que possible, car la self de fuite a une influence néfaste sur la vie des vibreurs. Les bobinages en galettes sont donc à proscrire et il convient d'utiliser des isolants d'excellente qualité afin d'en pouvoir diminuer l'épaisseur entre primaire et secondaire. De plus il est encore plus nécessaire que pour les transformateurs d'alimentation normaux qu'ils soient munis d'un écran entre primaire et secondaire.

Le rendement et la puissance utile des vibreurs sont fonction de la tension d'alimentation. Le rendement varie entre 40 et 50 % pour les vibreurs fonctionnant sur batteries 2 volts, 60 à 70 % sur batteries 6 volts et 70 à 80 % sur batteries 12 volts.

La puissance maximum est déterminée par l'intensité que peut supporter les contacts, celle-ci est de l'ordre de 10 ampères.

Par exemple un vibreur alimenté sur une batterie de 6 volts fournirait une puissance de :

$$6 \times 5 \times \frac{60}{100} = 18 \text{ watts}$$

en admettant que son rendement soit de 60 %.

Nous terminerons, au sujet des vibreurs par une recommandation importante : lorsqu'on utilise un vibreur simple effet, il est indispensable d'adopter comme valve redresseuse un tube avec cathode à chauffage indirect, isolée pour 300 volts entre filament et cathode (6 *x* 5 ou 84). Ou encore d'utiliser des redresseurs secs (Valve Sénélofer par exemple). Cette solution adoptée aux U. S. A. présente l'avantage d'améliorer le rendement, aucune énergie n'étant dissipée pour le chauffage.

La défense contre les parasites. — L'élimination des perturbations engendrées par les étincelles aux bougies du moteur est un des principaux problèmes de la réception sur auto.

Un moteur à explosion peut être considéré comme un poste émetteur à éclateur, de faible puissance, analogue à ceux qui furent employés pour les premières liaisons radiotélégraphiques. Les ondes émises ont des fréquences très variables, car le phénomène est complexe et beaucoup de facteurs entrent en jeu pour en faire varier les caractéristiques ; parmi celles-ci nous citerons : la vitesse du moteur, l'état des bougies, le degré d'avance à l'allumage, etc. Ces ondes parasites troublent particulièrement la

réception des ondes courtes et moyennes. Elles se propagent non seulement par le circuit haute tension de l'allumage mais également par le circuit basse tension, puis de l'accumulateur se répandent dans les autres circuits (éclairage, avertisseur, etc.), ce qui rend leur élimination plus difficile.

Les moyens directs de défense contre les parasites de quelque nature qu'ils soient, sont :

la réduction de l'amplitude des oscillations parasites par la modification des constantes du circuit où naissent les perturbations ;

le blindage de l'appareil perturbateur et de tous les conducteurs qui y aboutissent ;

l'emploi de circuits accordés.

Ces différents modes d'opérer ont été appliqués à l'élimination des parasites engendrés par les moteurs à explosion. Ils offrent des avantages et des inconvénients que nous allons examiner.

La modification des constantes du circuit perturbateur constitue la méthode d'antiparasitage la plus simple. Il suffit en effet d'intercaler, en série sur chacun des conducteurs aboutissant aux bougies, une résistance de 10 000 à 20 000 ohms et de mettre, également en série, une résistance de 20 000 à 40 000 ohms sur le câble allant de la bobine d'allumage au distributeur. Cette manière de procéder présente l'inconvénient d'influencer le système d'allumage, on peut redouter une diminution de la puissance du moteur ou une augmentation de la consommation du carburant. Cette influence varie beaucoup suivant les caractéristiques de l'allumage, en général les moteurs peu poussés s'accommodent assez bien de l'adjonction de ces résistances, il arrive même que leur fonctionnement soit quelques fois amélioré lorsqu'ils se trouvent à la limite de l'auto-allumage. Pour les autres, si la bobine d'allumage est de bonne qualité et fournit une étincelle suffisamment « chaude » l'emploi de résistances ne nuit pas d'une façon prohibitive au rendement du moteur. Le seul ennui, impossible à éviter, est un départ à froid plus difficile.

Au point de vue élimination des parasites, le choix de ces résistances demande à être fait judicieusement, car si elles ne doivent pas atteindre des valeurs trop élevées, afin de ne pas créer une chute de tension qui pourrait troubler l'allumage, il faut cependant qu'elles aient une valeur suffisante pour bloquer les parasites. De nombreux essais sont souvent nécessaires pour déterminer la résistance optimum. A chaque moteur conviennent des résistances différentes et l'on ne peut se fier entièrement sur

l'expérience du voisin pour être certain d'un bon résultat — même s'il s'agit de voitures de constructions identiques — car, ainsi que nous l'avons indiqué, ces perturbations ont des formes très variables. A noter que ces résistances doivent avoir un coefficient de dissipation suffisant pour qu'elles ne varient pas avec l'intensité du courant qui les traverse.

Théoriquement, en matière de parasites, le blindage en métal bon conducteur (aluminium) représente la solution parfaite, car il n'influence en rien la marche du moteur, mais il faut qu'il soit fait avec soin pour être efficace, les boîtiers doivent être complètement étanches et leur épaisseur de l'ordre de 1,5 mm. De plus il est indispensable qu'ils soient reliés à la masse en plusieurs endroits.

Le blindage antiparasite peut être réalisé de deux façons différentes : soit en blindant l'ensemble du dispositif d'allumage y compris les câbles, sans oublier celui de l'interrupteur marche-arrêt ; soit en blindant complètement le récepteur lui-même, descente d'antenne et haut-parleur compris.

Les circuits accordés représentent également un excellent moyen de défense contre les parasites. Ils forment à l'entrée du récepteur un filtre, ou si l'on préfère un canal, ne permettant l'accès au récepteur qu'aux ondes des stations d'émissions. Cette méthode est possible par le fait que la fréquence des perturbations présente de grandes différences avec la fréquence des émissions radiophoniques.

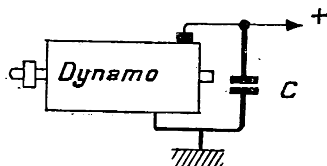


FIG. 114.

Les deux derniers procédés que nous venons d'indiquer sont généralement combinés. Le blindage des récepteurs se complète par l'adjonction de filtres, l'un monté aux bornes de la batterie, l'autre sur le circuit d'antenne, c'est ainsi qu'étaient prévus, avant-guerre, les récepteurs équipant les taxis parisiens.

Les étincelles des bougies engendrent les perturbations les plus importantes que l'on puisse redouter. Cependant de plus

faibles peuvent provenir de la dynamo de charge qu'il convient de shunter par un condensateur placé comme l'indique la *figure* 114 entre la borne ou le balai positif, et la masse. Ce condensateur doit avoir une capacité de 0,2 à 0,5 microfarad et son isolement demande à être impeccable, car s'il se mettait en court-circuit la dynamo en souffrirait. Il convient également de placer un deuxième condensateur de même valeur entre les bornes du primaire de la bobine d'allumage (*fig.* 115). Il est prudent également de blinder la canalisation de la lampe du plafonnier avec une gaine métallique réunie au châssis.

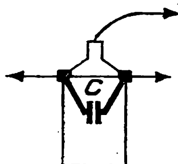


FIG. 115.

Il ne faut pas oublier qu'un équipement électrique défectueux peut être à l'origine d'autres perturbations, engendrées notamment par des bougies malpropres, une batterie en mauvais état ou des contacts imparfaits dans l'installation.

On a constaté aussi l'existence de parasites complètement indépendants de l'installation électrique, ne se manifestant que lorsque la voiture se déplace. On les attribue au frottement des pneus sur certaines routes ou à celui d'une garniture de frein sur le tambour, qui peuvent produire des charges électriques. Ces parasites sont surtout sensibles lorsque l'antenne se trouve placée sous le marchepied.

L'antenne. — Dans les premières installations de Radio à bord des voitures, l'antenne se trouvait généralement placée sur le toit (ruban d'étain en zig-zag) ou sous le marchepied. Ces emplacements ne sont plus beaucoup adoptés, le premièr étant du reste impossible avec les toitures métalliques. Le récepteur-auto moderne dispose d'une antenne télescopique fixée par des colliers isolants sur le côté de la voiture, près du pare-brise, comme la *figure* 116 le représente, ou quelquefois sur le pare-choc ou au-dessus du pare-brise.

Ainsi que nous l'avons indiqué, l'antenne, en raison des parasites, ne doit pas attaquer directement le récepteur. Il convient de réaliser une antenne antiparasite sur les bases de la *figure* 117

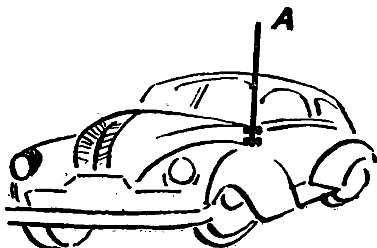


Fig. 116.

où nous pouvons voir que l'énergie captée par la tige télescopique est appliquée à l'enroulement primaire d'un transformateur d'antenne blindé. Elle induit une tension dans le circuit secondaire, celle-ci transmise par l'intermédiaire d'un câble blindé, atteint le récepteur, sans que viennent se superposer les parasites de la voiture qui, si le blindage n'existait pas, seraient

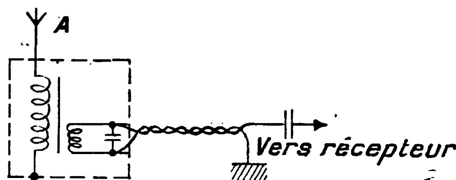


Fig. 117.

recueillis par les connexions d'antenne. L'effet antiparasite de cette antenne se trouve accentué par le transformateur, étudié de façon que sa résonance favorise seulement l'entrée des fréquences de Radiodiffusion.

Le haut-parleur. — Le haut-parleur doit être du type dynamique à aimant permanent afin de pouvoir fonctionner sans dépense d'énergie. Il faut qu'il remplisse deux conditions contradictoires : présenter un volume aussi réduit que possible (on

adopte généralement des haut-parleurs de 12 à 17 cm de diamètre) et être susceptible de reproduire sans distorsion les puissances nécessaires pour une audition sur route où elle doit dominer les bruits extérieurs et intérieurs. Bien que les moteurs actuels soient silencieux, le crissement des pneus, les vibrations possibles de la carrosserie, le sifflement du vent, etc., sont des causes de bruits obligeant à augmenter le volume sonore. On évalue que la puissance modulée maximum doit être comprise entre 2,5 et 3 watts.

Caractéristiques radioélectrique. — Les récepteurs pour auto sont toujours des changeurs de fréquence, en dehors des qualités requises à tout poste de radio, ceux-ci doivent présenter certaines qualités particulières que nous allons préciser.

En premier ces récepteurs doivent être prévus avec une grande sensibilité du fait de l'antenne de longueur forcément réduite. C'est pourquoi ils comportent généralement un étage d'amplification haute fréquence préalable, que nous ne rencontrons pas dans la majorité des postes fixes normaux, et que les bobinages et les liaisons doivent être soignés pour obtenir le rendement maximum. Il importe aussi de noter que cet accroissement de la sensibilité oblige à prévoir une sélectivité du même ordre.

Les fluctuations du champ impressionnant l'antenne sont beaucoup plus importantes que dans un poste fixe, où l'on sait qu'elles sont réduites par la commande automatique de volume ou antifading. Cette dernière dans le cas du poste auto doit donc avoir une grande efficacité pour que l'on puisse obtenir des auditions stables.

Il est enfin indispensable que l'étage d'amplification basse-fréquence soit établi pour fournir au haut-parleur la puissance de 2,5 à 3 watts qui lui est nécessaire. De plus, bobinages, résistances et condensateurs doivent être insensibles aux variations de température et à l'humidité.

A titre d'exemple nous donnons *figure* 118 le schéma d'un récepteur américain comportant : un étage d'amplification haute fréquence, un étage pour le changement de fréquence, un étage d'amplification moyenne fréquence, un étage détecteur préamplificateur basse fréquence et pour terminer un étage amplificateur de puissance. Le redressement est assuré par une valve 6 *x* 5. La partie de l'alimentation relative au vibreur n'a pas été représentée sur ce schéma.

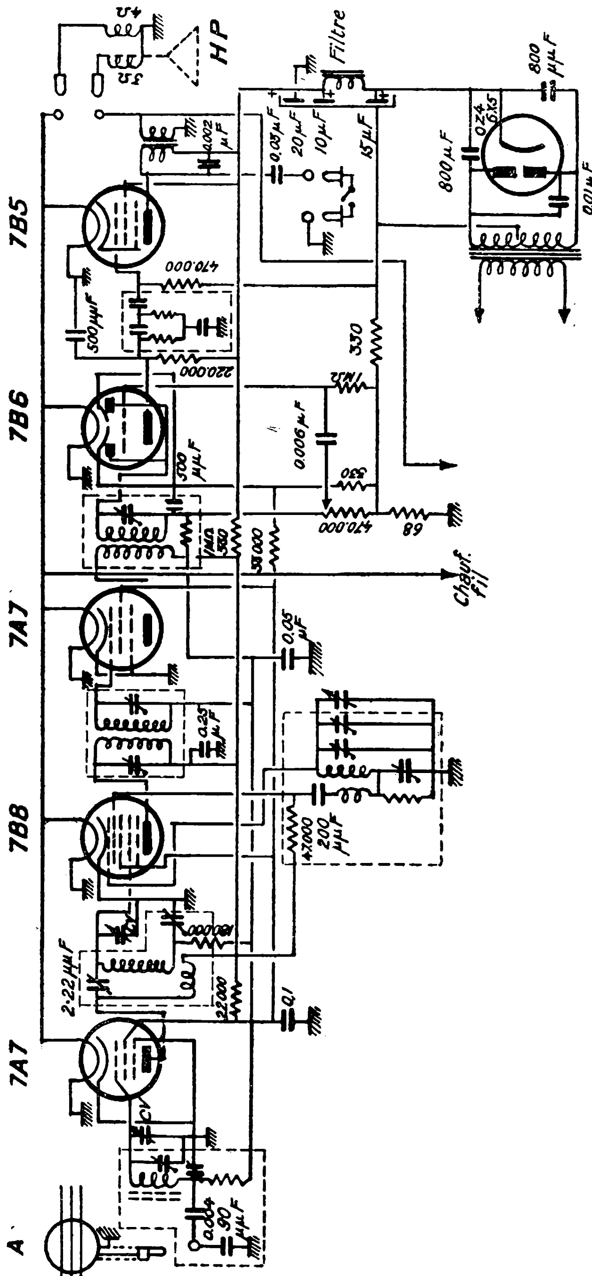


FIG. 118.

Caractéristiques mécaniques. — Les récepteurs pour voiture, actuellement dans le commerce, forment généralement un tout homogène, facile à installer. Alimentation, récepteur et haut-parleur se trouvent réunis dans un même boîtier métallique formant blindage. Pour permettre l'écoute en dehors de la voiture, le haut-parleur est souvent prévu détachable. Le cadran et les boutons de réglage ont sensiblement le même aspect que sur les récepteurs normaux, cependant la commande est quelquefois reportée sous le volant par flexible bowden.

L'ensemble doit être de dimensions aussi réduites que possible car l'espace disponible pour le loger est assez limité. Il se place à l'avant de la voiture et certains modèles sont conçus de façon qu'un seul boulon soit nécessaire pour le fixer sous le tablier de bord, ou l'encastrer dans celui-ci, lorsqu'un logement a été prévu dans ce but.

Ces récepteurs doivent mécaniquement présenter une grande robustesse, leurs organes exigent une fixation impeccable, car ils sont soumis à des vibrations et chocs importants.

Toutes les conditions imposées aux récepteurs sur voiture que nous venons d'énumérer, sont actuellement remplies par la majorité des postes que l'on peut trouver sur le marché, l'automobiliste peut donc acquérir un récepteur sans risquer quelques désagréables surprises.

Il peut redouter aussi une consommation d'énergie entraînant une décharge trop importante de la batterie. Cette consommation est assez variable suivant le rendement du système d'alimentation, elle atteint généralement 4 à 5 ampères avec une batterie 6 volts et 1,5 à 2 ampères avec une batterie 12 volts (le rendement, comme nous l'avons vu, étant toujours meilleur avec une batterie 12 volts). Cette consommation n'a donc rien d'excessif et dans la plupart des cas il n'est pas nécessaire de toucher au réglage de la dynamo de charge.

TABLEAUX

DE DÉPANNAGE

TABLEAU I

Principaux défauts des accumulateurs.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
La batterie ne fournit aucun courant.	Canalisation coupée.	Mesurer la tension entre pôle positif et masse, puis entre masse et circuits de jonction.	Changer canalisation et vérifier contacts, en particulier celui avec la masse (châssis).
- d° -	Batterie gelée.	Examiner l'électrolyte.	Essayer de procéder à une charge très lente.
La batterie s'échauffe.	Courant de charge trop important.	Bouillonnement intense	Diminuer l'intensité de charge, ou faire débiter la batterie.
- d° -	Plaque ne baignant pas entièrement dans l'électrolyte.	Enlever les bouchons de tous les éléments et contrôler.	Addition d'eau distillée.
Les éléments demandent à être trop souvent remplis d'eau.	Courant de charge trop fort.	Bouillonnement intense	Diminuer l'intensité de charge, ou faire débiter la batterie.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Les éléments demandent à être trop souvent remplis d'eau.	Charge de trop longue durée.	Mesurer à l'aréomètre si le degré de concentration reste stationnaire.	Supprimer la charge ou faire débiter.
Un seul élément exige un remplissage.	Fissure.	Examiner le bac.	Colmater avec du bitume de Judée.
Le démarrage n'est pas possible lorsque la voiture est restée 8 jours sans sortir (batteries ne tenant pas la charge).	Densité de l'électrolyte trop élevée.	Contrôler à l'aréomètre.	Vider une petite quantité d'électrolyte et la remplacer par de l'eau distillée.
- d° -	Sulfatation.	Mesurer la résistance.	Essayer surcharge lente avec solution à faible concentration. Changer la batterie.
- d° -	Défaut d'isolement du circuit d'utilisation.	Vérifier avec une sonnette.	Ajouter les isolants nécessaires.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Le démarrage n'est pas possible lorsque la voiture est restée 8 jours sans sortir (batteries ne tenant pas la charge).	Court-circuits internes.	Vérifier la différence de potentiel de chaque élément.	Changer l'élément présentant une faible différence de potentiel.
La densité de l'électrolyte n'augmente pas avec la charge.	Sulfatation.		
- d° -	Mauvaise qualité de l'électrolyte.		Vider et remplir avec électrolyte convenable.
Bornes et supports métalliques corrodés.	Excès d'électrolyte.		Veiller à ce que l'électrolyte ne dépasse pas de plus de 1 cm les plaques.
- d° -	Charge trop forte.		Réduire l'intensité de charge.
- d° -	Défaut d'entretien.		Nettoyer, enduire de graisse non boriquée et saupoudrer légèrement de carbonate de soude en poudre.

TABLEAU II

Principaux défauts du générateur et de ses accessoires.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
L'ampèremètre de bord indique un courant de charge nul, même en accélérant le moteur.	Courroie d'entraînement de la dynamo.		Donner la tension voulue et vérifier la fixation.
- d° -	Coupure d'une canalisation.	Vérification de la continuité du circuit (avec sonnette).	Changer le câble par un autre de même section et même isolement. Veiller à ce qu'il soit fixé d'une façon rigide.
- d° -	Court-circuit entre une canalisation et la masse.	Vérification de l'isolement avec sonnette.	Refaire l'isolement ou mieux changer le câble.
- d° -	Fusible du circuit principal ou fusible de la dynamo fondus.		Remplacer par un autre calibré pour la même intensité.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
L'ampèremètre de bord indique un courant de charge nul, même en accélérant le moteur.	Le fusible de remplacement fond également.		Chercher la cause du court-circuit. S'assurer en particulier que le conjoncteur-disjoncteur fonctionne bien.
- d° -	Balais défectueux.	La dynamo n'amorce pas.	Changer les balais ou les ressorts. Ajuster pour obtenir un bon contact sur le collecteur.
- d° -	Connexion dessoudée entre inducteur et induit.	Contrôler avec sonnette	Faire une bonne soudure.
- d° -	Coupure dans les enroulements.		Rebobinage par spécialiste.
- d° -	Court-circuit dans les enroulements.		- d° -
- d° -	Excès de graissage.		Nettoyer collecteur.
- d° -	Le conjoncteur-disjoncteur ne fonctionne pas.	Vérifier palettes et enroulements de l'électro-aimant.	Faire réparer par constructeur.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
L'intensité du courant de charge est trop ou pas assez importante.	Troisième balai décalé ou		Modifier calage.
	Régulateur déréglé.		Vérifier calage des vis de réglage et la tension des ressorts.
L'intensité du courant de charge est faible, malgré une régulation convenable.	Batterie sulfatée.	Mesurer différence de potentiel.	Remise en état ou changement.
- d° -	Balais usagés ou mal ajustés.	Etincelle sur le collecteur.	Changer balais ou ressort.
- d° -	Collecteur malpropre.	- d° -	Nettoyer. Faire tourner par un spécialiste si les isolants font saillie.
Le courant de charge s'établit seulement à grande vitesse.	Conjoncteur-disjoncteur déréglé.		Faire régler la tension des ressorts par un spécialiste.
Le courant de charge est haché.	Rupture défectueuse du conjoncteur-disjoncteur.		- d° -
- d° -	Régulateur mal réglé.		- d° -

TABLEAU III

Principaux défauts des chargeurs.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Aucun courant à l'utilisation.	Tension d'alimentation nulle.	Vérifier la tension aux bornes d'arrivée.	Changer cordon. Vérifier contacts des broches.
- d° -	Fusible fondu.		Changer par un autre, de calibre approprié après avoir trouvé la cause du court-circuit.
- d° -	Transformateur en court-circuit.	Echauffement exagéré. Vérifier le courant absorbé au primaire.	Remplacer le transformateur et rechercher s'il n'existe pas une cause externe de court-circuit (surtension ou surcharge
- d° -	Fil coupé dans les enroulements.	Vérifier avec une sonnette.	Refaire l'enroulement.
- d° -	Redresseur défectueux.		
	1° Redresseur métallique, éléments en court-circuit.	Transformateur chauffe	Remplacer élément.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Aucun courant à l'utilisation.	2° Redresseur à lampe. Filament coupé.	La lampe reste froide.	Changer la lampe.
	Usure du pouvoir émissif du filament.	La lampe n'amorce pas.	- d° -
Le chargeur fournit une intensité redressée trop faible.	Baisse de la tension du secteur.	Mesurer avec voltmètre.	Ajuster le primaire si celui-ci comporte des prises de réglage.
- d° -	Court-circuit partiel dans les enroulements du transformateur.	Echauffement anormal du transformateur.	Refaire enroulements ou changer transformateur.
- d° -	Mauvais contacts entre transformateur et redresseur.	Echauffement aux endroits où le contact se fait mal.	Vérifier soudure et serrage des bornes.
- d° -	Vieillissement du redresseur.		Changer lampe ou redresseur métallique.
- d° -	Résistance de la batterie trop élevée.	Mesurer la résistance.	Dessulfater ou changer la batterie.
- d° -	Mauvais contact entre redresseur et batterie		Vérifier contacts, en particulier prise de masse.
Le chargeur fournit une intensité trop forte.	Surtension du secteur.	Mesurer avec voltmètre.	Ajuster prises du transformateur.
- d° -	Court-circuit dans la batterie.	Mesurer la d.d.p. de chaque élément de la batterie.	Changer l'élément défectueux ou la batterie.

TABLEAU IV

Principaux défauts des démarreurs.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Le démarreur ne tourne pas.	Batterie en court-circuit.	Mesurer différence de potentiel.	Remplacer.
- d° -	Câble coupé ou relais défectueux.	Vérifier circuit avec sonnette.	Réparer relais ou changer câble (le fixer très rigide).
- d° -	Contacteur défectueux.	- d° -	Assurer un bon contact.
- d° -	Enroulements du moteur coupés.	- d° -	Faire rebobiner induit ou inducteur.
Le démarreur part mais cale aussitôt.	Moteur à essence resté en prise.		Mettre au point mort.
- d° -	Batterie déchargée.	Mesurer la différence de potentiel.	Recharger la batterie.
Le démarreur tourne mais n'entraîne pas le moteur à essence quoique la partie mécanique soit bonne.	Batterie défectueuse.	Mesurer la différence de potentiel.	Recharger et dessulfater si besoin.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Le démarreur tourne mais n'entraîne pas le moteur à essence quoique la partie mécanique soit bonne.	Mauvais contact.	Vérifier les connexions du moteur.	Bloquer les bornes.
- d° -	Balais portant mal sur le collecteur.	Etincelles au collecteur.	Vérifier tension des ressorts. Nettoyer, ajuster ou changer les balais.
Le moteur absorbe un courant exagéré et ronfle.	Inducteur ou induit grillés.	Mesurer la résistance.	Faire rebobiner par spécialiste.
Le démarreur ne s'arrête pas.	Le démarreur tourne à la vitesse du moteur.	Vérifier partie mécanique (pignons dentés)	Arrêter le moteur afin de ne pas griller le démarreur.
- d° -	Contacteur ou relais ne coupant pas le courant.	Vérifier avec sonnette que le circuit n'est pas interrompu.	Démonter contacteur et remplacer ressort ou lame du relais.

TABLEAU V

Principaux défauts de l'allumage (la carburation étant supposée bonne).

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Impossibilité de départ.	Canalisation du circuit d'alimentation coupée.	Vérifier les indications de l'ampèremètre de bord. Si un conducteur est coupé, l'aiguille ne bouge pas.	Réparer et fixer soigneusement le câblage.
- d° -	Tension d'alimentation insuffisante.	L'ampèremètre n'indique que le passage d'un faible courant.	Charger la batterie et bloquer la borne de masse.
- d° -	Défaut du rupteur.	Vérifier si le courant mesuré par l'ampèremètre n'*oscille* pas entre 0 et 3 A, comme il doit le faire.	Nettoyer les vis platinées avec un chiffon imbibé d'essence et régler leur écartement à 4/10. Remplacer si elles sont usées.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Impossibilité de départ.	Mauvais fonctionnement du distributeur.	Vérifier l'isolement entre plots avec une sonnette. Examiner l'état du charbon de contact et des ressorts.	Nettoyer le distributeur avec un chiffon imbibé d'essence. En particulier enlever les dépôts charbonneux entre plots. Changer la tête en cas de félure.
- d^{o} -	Enroulement de la bobine d'allumage en court-circuit.	Odeur de grillé. Courant exagéré, indiqué par l'ampèremètre s'il s'agit du primaire.	Remplacer la bobine.
- d^{o} -	Coupure des enroulements de la bobine d'allumage.	Vérifier les enroulements avec une sonnette.	- d^{o} -
- d^{o} -	Résistance de protection coupée.	Vérifier avec sonnette.	Remplacer.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Impossibilité de départ.	Condensateur en court-circuit.	On constate que le courant circule dans la bobine les contacts du rupteur étant ouverts. S'assurer du court-circuit avec sonnette.	Remplacer.
	Bougies défectueuses.	Etincelles au parafoudre.	Nettoyer et vérifier écartement des électrodes.
Le moteur a des ratées ou une consommation trop forte.	Mauvais état du rupteur.		Nettoyer les plots.
- d° -	Défaut du distributeur.		Vérifier propreté des vis et écartement.
- d° -	Echauffement d'une bougie.	Vérifier en les interchangeant.	Remplacer.
Le moteur cliquette.	Avance trop grande.		Régler l'avance.
Le moteur cogne.	Bougies trop grosses modifiant le taux de compression.		Remplacer par les bougies convenables prévues par le constructeur.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Le moteur part et s'arrête rapidement.	Manque d'avance automatique.		Régler avance automatique.
Mauvais rendement du moteur.	Avance trop faible.		Régler avance.
Auto-allumage.	Bougies défectueuses.	Il y a auto-allumage lorsque le moteur continue à tourner le contact coupé.	Vérifier étanchéité des bougies. Diminuer écartement. Monter bougies plus froides.
Usure rapide des vis platinées.	Condensateur coupé ou non approprié.	On constate que le condensateur est coupé lorsqu'en faisant tourner le rupteur il se produit de fortes étincelles au contact.	Remplacer.
- d° -	Mauvaise masse.		Bloquer les prises de masse.
- d° -	Tension trop élevée de la dynamo.	Mesurer avec voltmètre.	Agir sur le régulateur.

TABLEAU VI

Principaux défauts d'éclairage.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Une lampe ne s'allume pas alors que les autres éclairent normalement.	Filament brûlé.	Essayer la lampe à la place d'une autre.	Remplacer.
- d° -	Mauvais contact entre douille et support.		Nettoyer et vérifier les contacts. Bloquer les bornes.
- d° -	Connexion coupée.	Vérifier avec sonnette.	Changer par conducteur même section et même isolement.
Extinction complète des lampes.	Avarie du générateur et batteries déchargées.	Vérifier dynamo, conjoncteur-disjoncteur et canalisation.	Changer l'organe défectueux et recharger la batterie.

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Eclairage en marche intermittent.	Mauvais contacts.		Vérifier commutateur ou interrupteur. Fixer convenablement les lampes sur les supports. Changer douille si le ressort est défectueux ou les contacts oxydés.
Eclairage irrégulier en marche.	Mauvais fonctionnement du régulateur de tension.		
Eclairage faible à l'arrêt, mais normal en charge.	Batterie sulfatée.	Mesurer différence de potentiel des éléments.	Remettre la batterie en état.
Les lampes grillent en accélérant.	Coupure du circuit reliant la dynamo à la batterie.	Accident ne se produisant qu'avec les dynamos à intensité limitée.	

Anomalie constatée	Cause supposée	Comment déceler le défaut	Remède
Mauvais éclairage des phares.	Faisceau mal orienté.		Rectifier l'orientation du support de lampe.
- d° -	Faisceau avec anneau ou cercle noirs.		Déplacer le support de façon que la lampe se trouve au foyer du miroir parabolique.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

ÉLÉMENTS D'ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE PREMIER

Quelques définitions préliminaires.

CHAPITRE II

Principales grandeurs et unités électriques.

CHAPITRE III

Formes et effets du courant.

DEUXIÈME PARTIE

SOURCES DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

CHAPITRE PREMIER

Les accumulateurs.

CHAPITRE II

Les dynamos.

CHAPITRE III

Les conjoncteurs-disjoncteurs.

CHAPITRE IV

Les chargeurs.

TROISIÈME PARTIE

LES ORGANES RÉCEPTEURS

CHAPITRE PREMIER

Les démarreurs.

CHAPITRE II

L'allumage.

CHAPITRE III

L'éclairage.

CHAPITRE IV

Avertisseurs et essuie-glaces.

CHAPITRE V

Les accessoires non indispensables.

CHAPITRE VI

Le câblage.

QUATRIÈME PARTIE

MESURES ET DÉPANNAGE

CHAPITRE PREMIER

Les instruments de contrôle.

CHAPITRE II

Essais des organes séparés.

CHAPITRE III

Contrôle sans instrument de mesure.

CINQUIÈME PARTIE

L'ÉQUIPEMENT RADIOÉLECTRIQUE

L'électronique et l'auto.

TABLEAUX DE DÉPANNAGE

Tableau I

IMPRIMERIE CHAIX (SUCCURSALE B), 11, BOULEVARD SAINT-MICHEL. — 4460-47.
Dépôt légal éditeur n° 009, 1er trimestre 1948.
Dépôt légal imprimeur n° 431, 1er trimestre 1948.